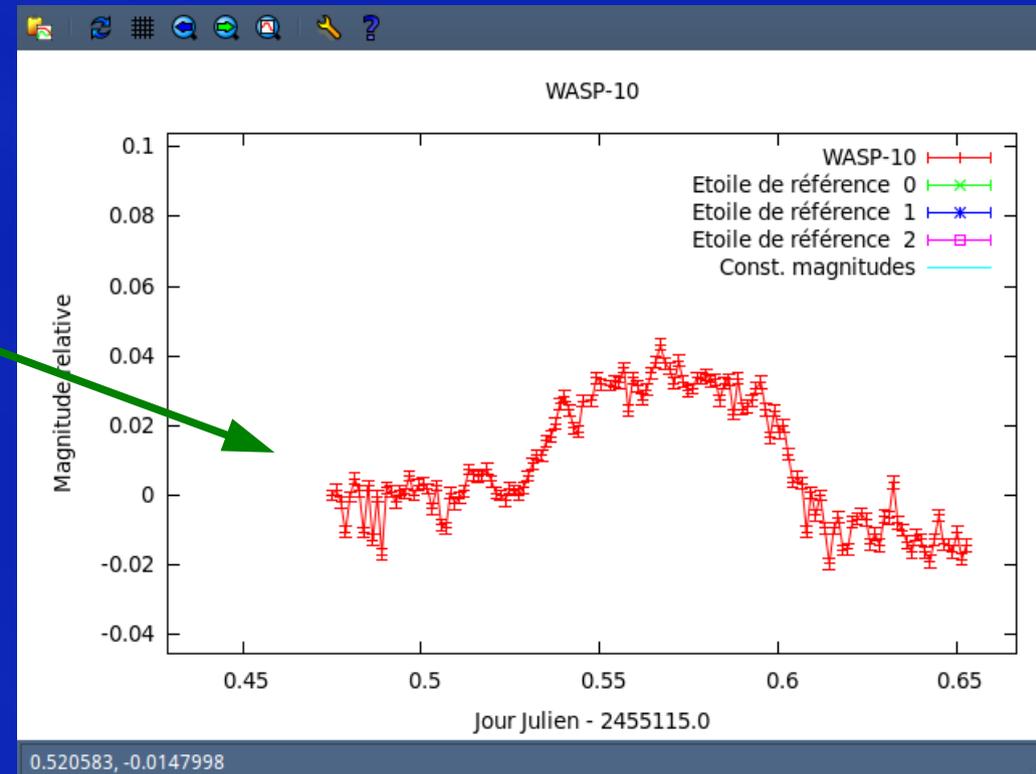
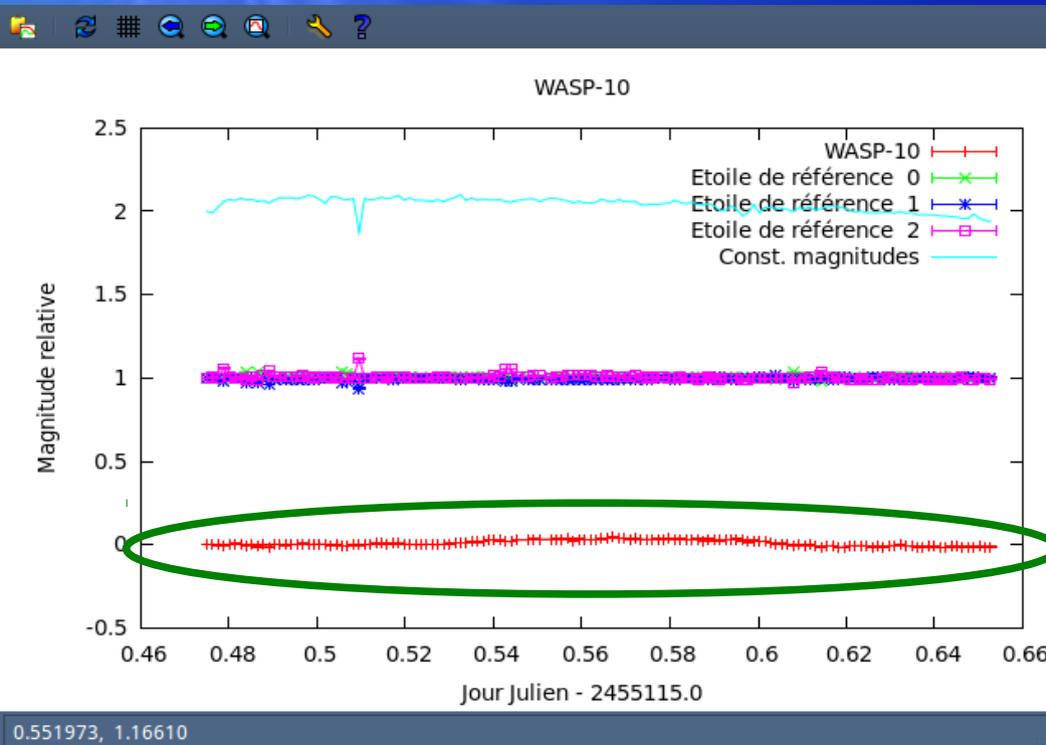




Atelier Photométrie (Calaphot)



Jacques Michelet

Wetal 2011-11-12



Photométrie avec Calaphot

- Photométrie
 - Buts
 - Méthodes
- Présentation de Calaphot
- Démo / atelier
- Conseils généraux



La photométrie : pour quoi faire ?

→ Astéroïdes :

- Périodes de rotation d'astéroïdes.
- Détection d'astéroïdes binaires.
- Mesures de forme.

→ Etoiles variables :

- Classification.
- Astéro-sismologie.

→ Exo-planètes :

- Recherche.
- Mesures (taille, paramètres de l'orbite).



Les méthodes principales

- Photométrie "absolue".
 - Méthode complète et complexe.
 - Nécessite un ciel "photométrique".
 - Implique le calcul des coefficients d'extinction et le rattachement à un système BVRI normalisé.
- Photométrie différentielle.
 - Nécessite un bon catalogue photométrique.
- Photométrie par soustraction temporelle.
 - Complexe à implémenter.



Principe de base de la photométrie différentielle

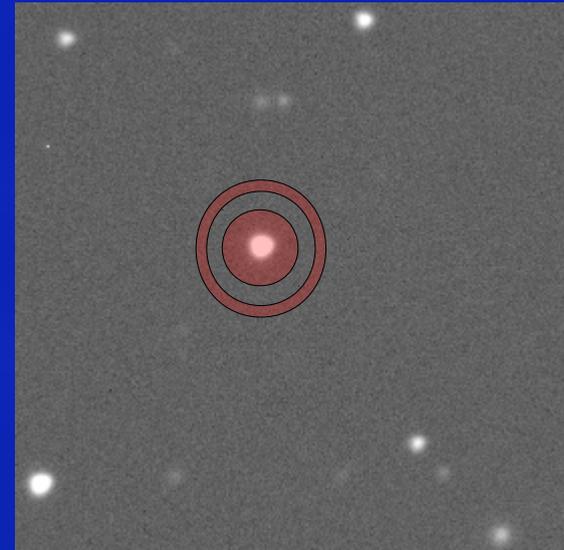
- On compare le flux de l'astre étudié à celui d'une étoile de référence (non variable)
- Formule de Pogson

$$M_{astre} = M_{ref} - 2,5 \cdot \log\left(\frac{F_{astre}}{F_{ref}}\right)$$

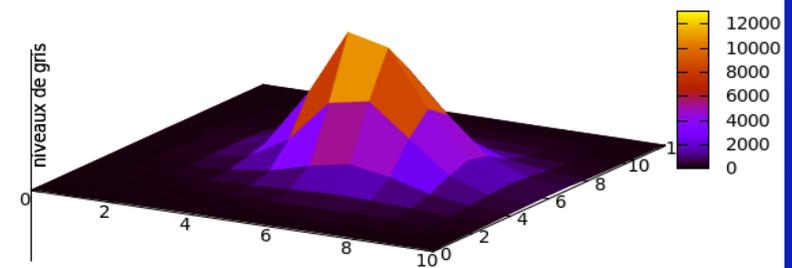
- Utilisation d'une super-étoile de référence : une étoile virtuelle dont le flux est la somme des flux des étoiles de référence.

La mesure du flux par ouverture

- On considère une ouverture (disque) autour de l'astre à mesurer, et un anneau centré sur cet astre
- On mesure le flux dans l'ouverture, et le niveau du fond de ciel dans l'anneau.
- Flux = somme de tous les niveaux de gris dans l'ouverture.
- Flux = volume sous la surface.



Visualisation en 3d des niveaux de gris (etoile réelle)

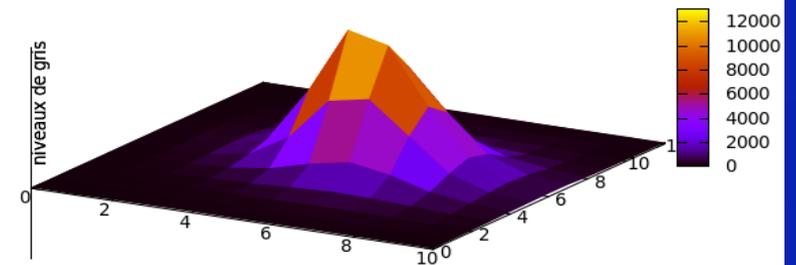


La mesure du flux par modélisation

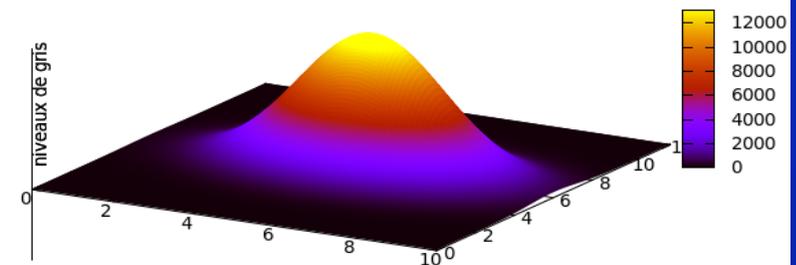


- Tous les astres de l'image sont modélisés par une surface simple.
- Le flux est représenté par le volume sous cette surface.
- Dans les conditions d'observation des amateurs, la gaussienne est la surface la plus appropriée.

Visualisation en 3d des niveaux de gris (etoile réelle)



Visualisation en 3d des niveaux de gris (modelisation)





Erreur de mesure

- L'incertitude sur la magnitude est directement liée au rapport signal/bruit.
- Formule :

$$Err_M = \frac{1.09}{\frac{S}{B}}$$

- Il est donc judicieux d'avoir le flux le plus important possible.



Calaphot

Présentation rapide



Audela

- Logiciel d'acquisition et de traitement d'image
 - Caméras QSI, Starlight, SBIG, Audine (et dérivés) ,...
 - Montures LX200 (et dérivés), Ouranos, Temma, ...
- Développé en mode collaboratif par un noyau d'amateurs et de professionnels.
- Logiciel libre (code source disponible sous license GNU).
- Aisément modifiable pour ses propres besoins (scripts TCL).

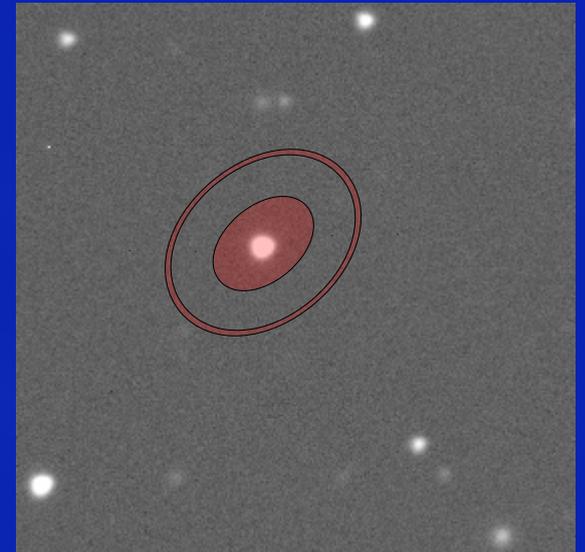


Calaphot : un des outils de Audela

- Outil d'analyse de **photométrie différentielle** uniquement :
 - Mesures par ouverture ou modélisation.
 - Sortie des résultats numériques au format Canopus ou CdR (compatible avec courbrot, logiciel d'analyse de Raoul Behrend)
 - Sortie graphique au format Gnuplot.
- Intégré à l'interface graphique de Audela
- Documentation utilisateur et technique (détails des calculs).

Les modes principaux

- Au choix :
 - Ouverture elliptique
 - S'adapte automatiquement aux largeurs à mi-hauteur (FWHM).
 - Les axes de l'ellipse ne sont pas nécessairement alignés sur ceux de l'image.
 - Modélisation par une surface gaussienne quelconque.
 - Utilisation de **Sextractor** (logiciel d'extraction d'étoile de E. Bertin)





Calaphot

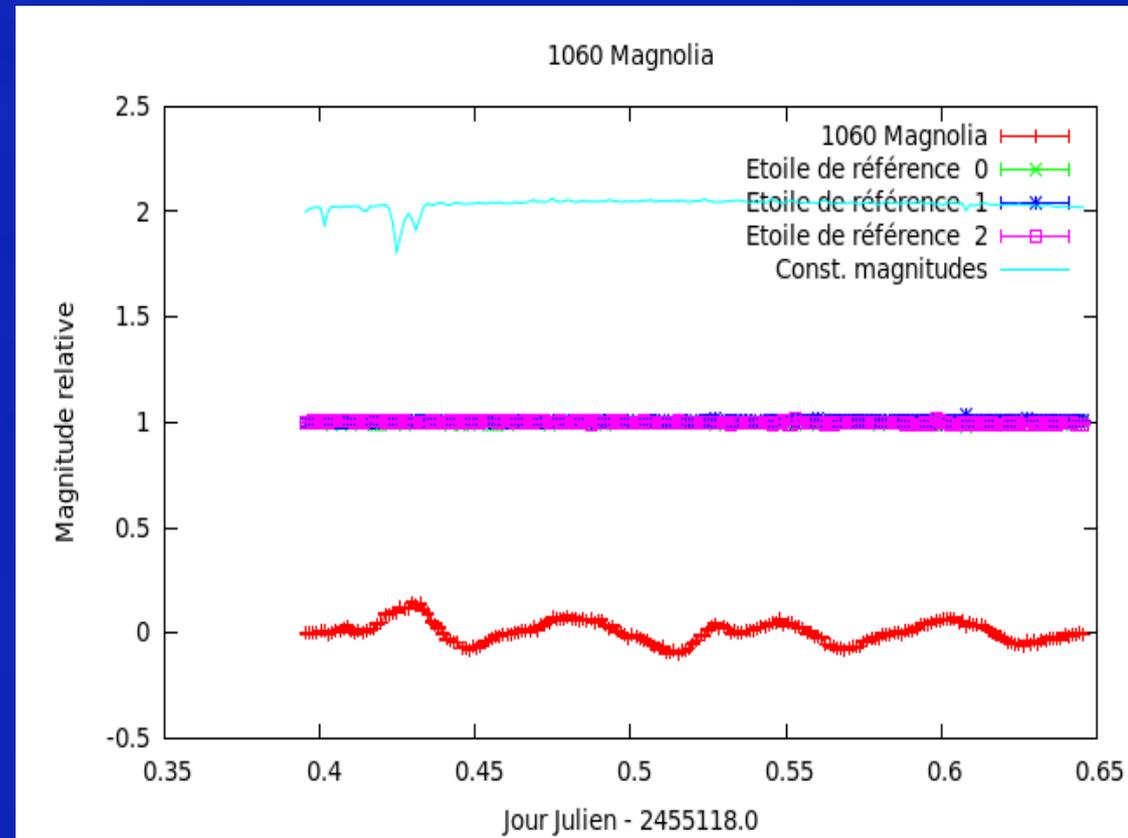
Mode démo



Résultat : courbe de lumière

→ 3 courbes en valeurs relatives

- La constante des magnitudes
- Les références
- Astre observé

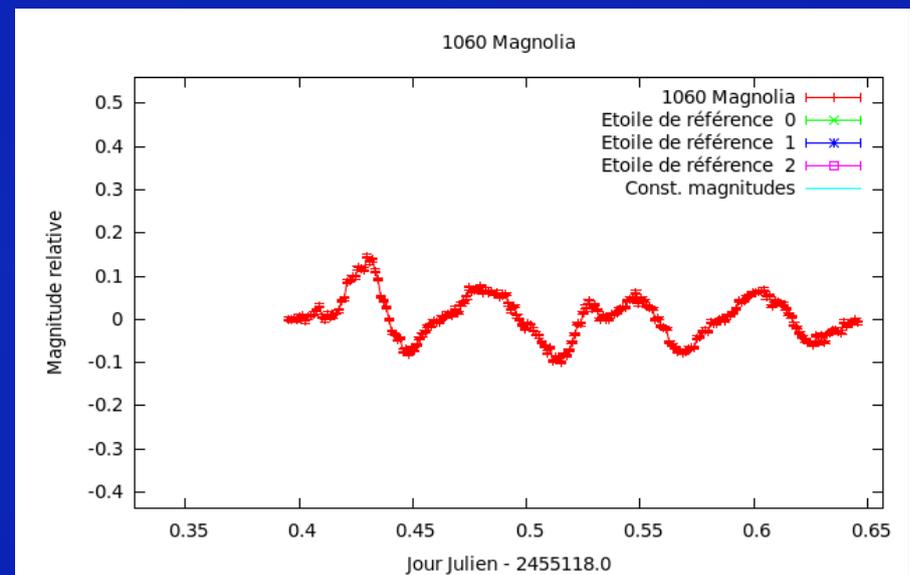
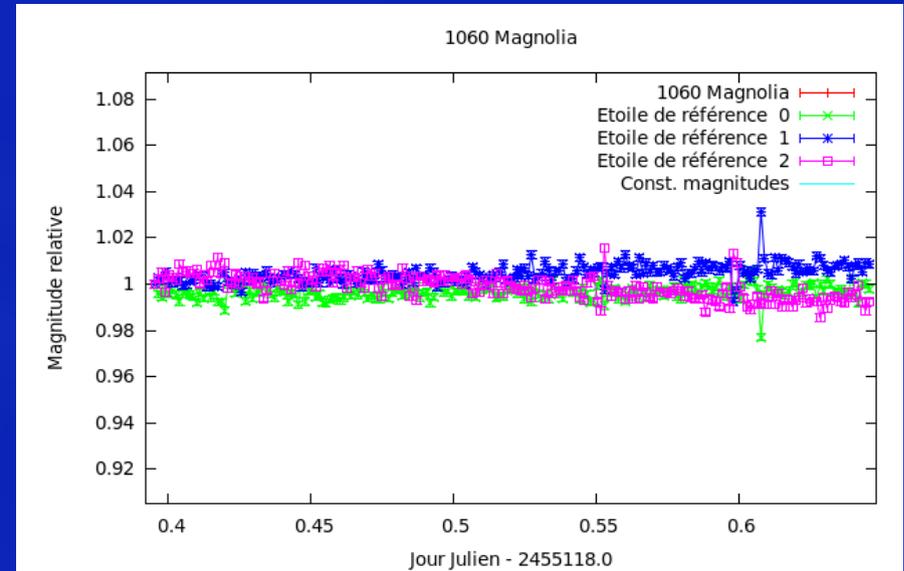


Zoom sur les courbes

→ Il faut analyser, voire critiquer sa mesure

→ Les références en sont-elles vraiment?

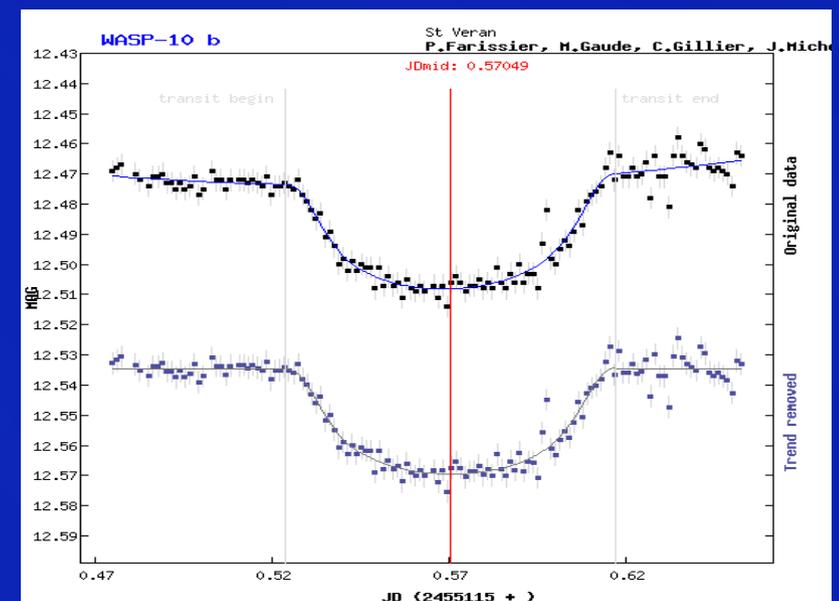
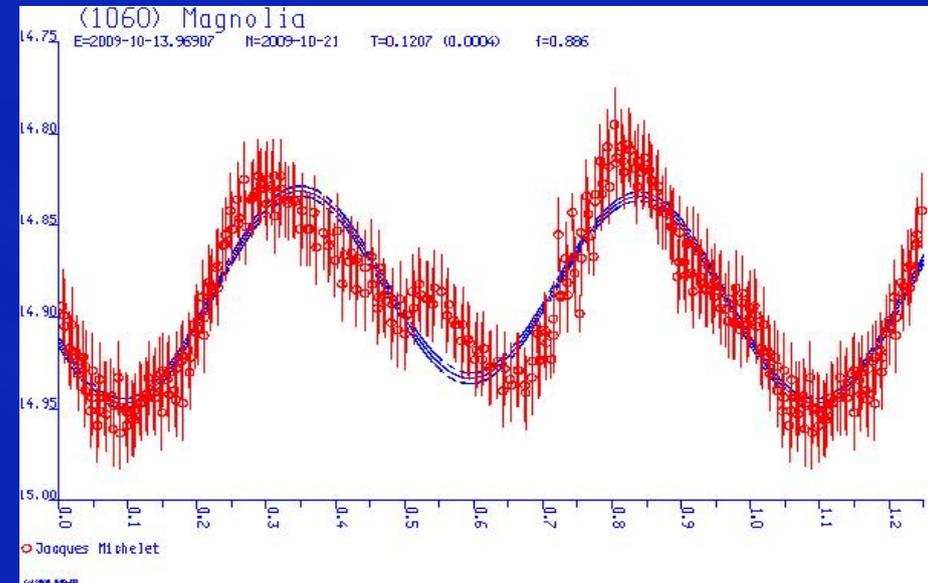
→ La mesure est-elle cohérente ?





Que faire de ces données

- Site CdR/CdL (astéroïdes, variables)
- Site ETD (Exoplanet Transit Database)





Conseils pour l'acquisition (1/2)

- Eviter les champs de hauteur trop faibles ($< 30^\circ$) pour éviter les trop grandes masses d'air (bleu plus absorbé que le rouge).
- Utiliser un capteur linéaire "avec éblouissement". Si on a un capteur anti-éblouissement, faire une mesure de la plage de linéarité.



Conseils pour l'acquisition (1/2)

- Temps de pose $> 60s$ (scintillation).
- Faut-il défocaliser ?
 - Oui si sous-échantillonné.
 - Oui si saturation.
 - Non dans les autres cas.
- S'initier par des étoiles à grande variation (δ Scuti). Puis des astéroïdes, puis les exoplanètes.



Quelques liens

- La doc. complète de Calaphot

 - <http://astrosurf.com/michelet/calaphot/html/modules.html>

- Audela

 - <http://www.audela.org/>

- Le site des CdR/CdL

 - http://obswww.unige.ch/%7Ebehrend/page_cou.html

- Le site ETD

 - <http://var2.astro.cz/ETD/>