

École de photométrie

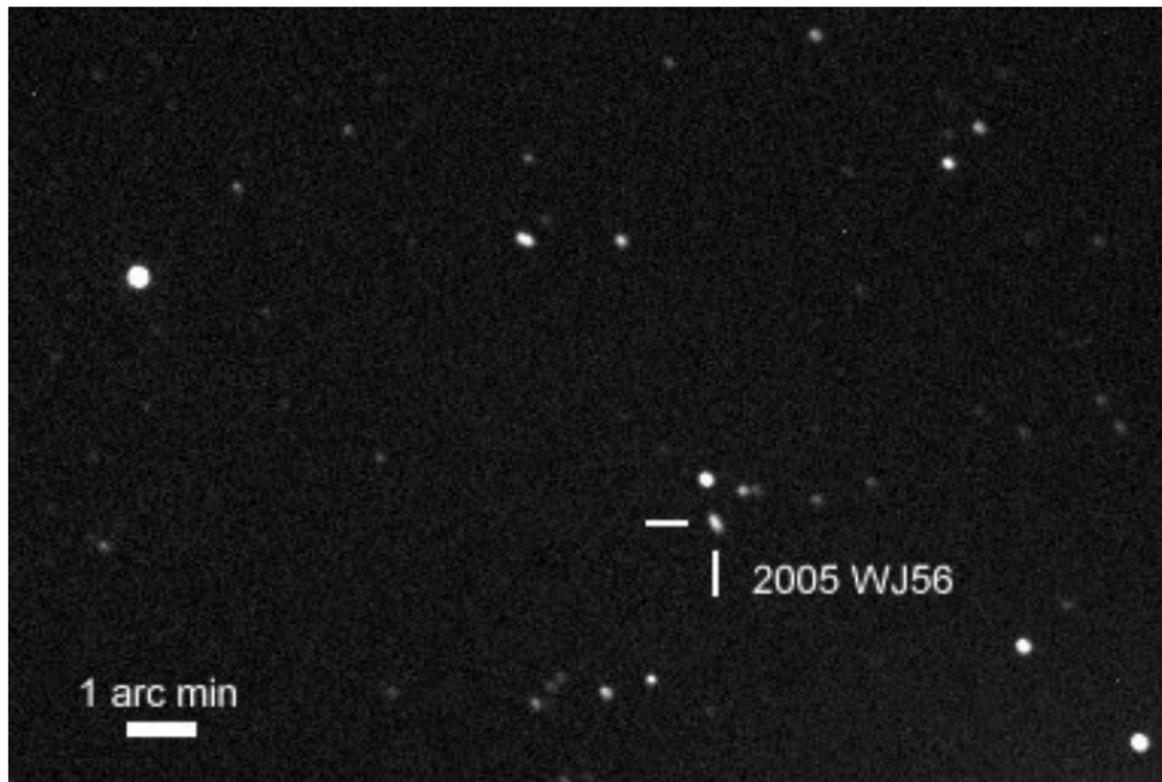
Signaux et bruits



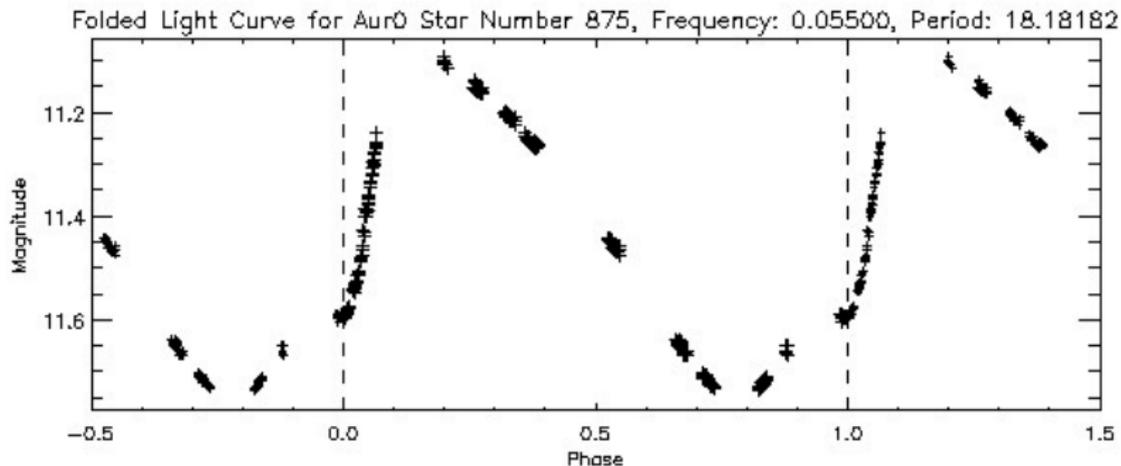
B. Carry

Lagrange, Observatoire de la Côte d'Azur

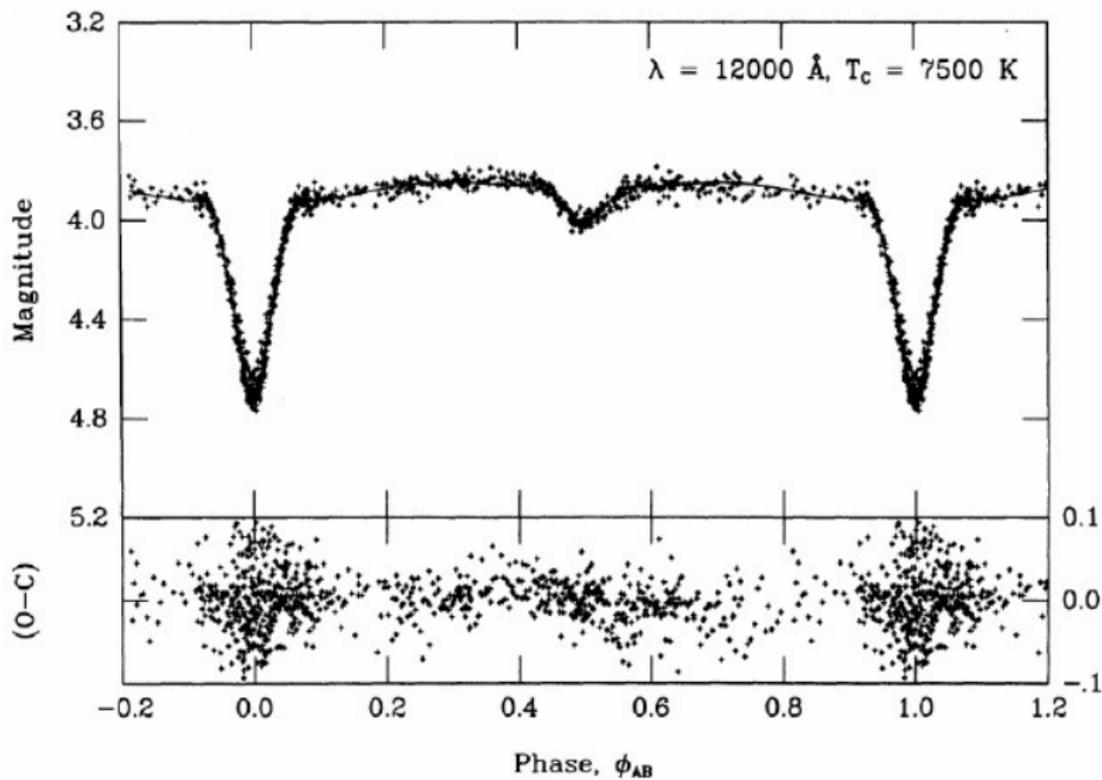
Essence de la photométrie



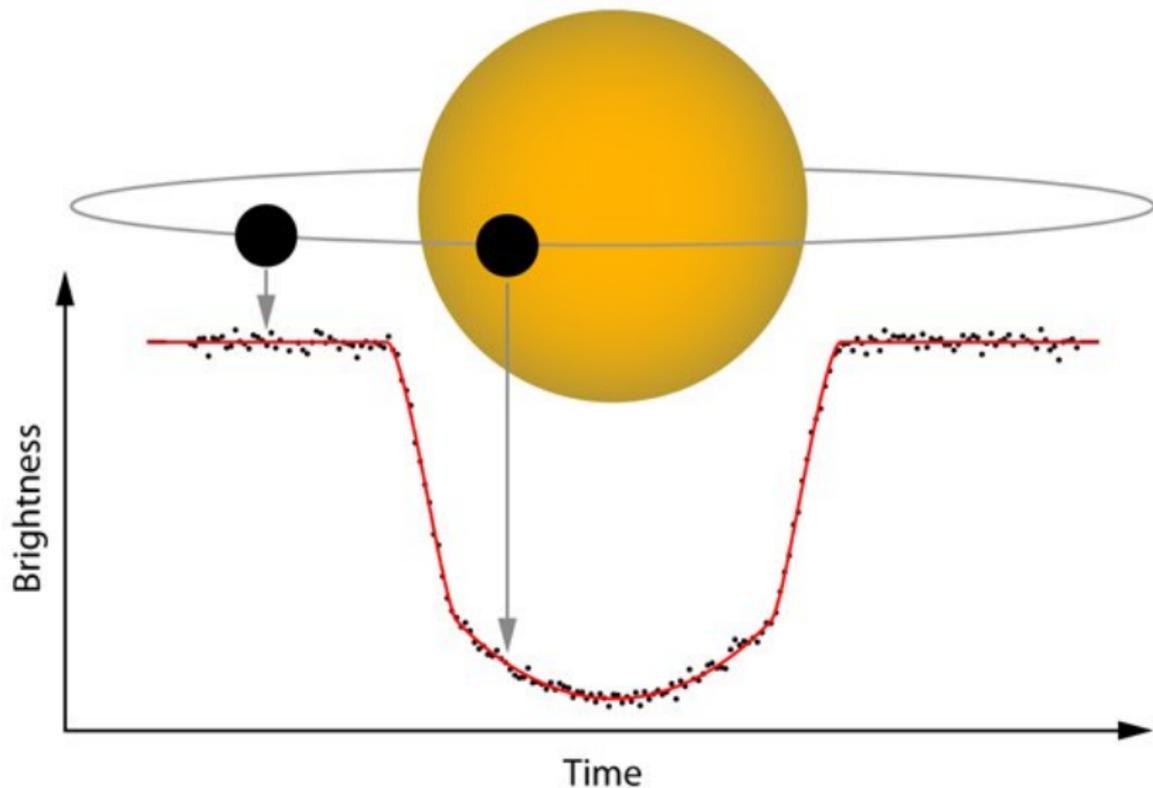
Applications de la photométrie



Applications de la photométrie



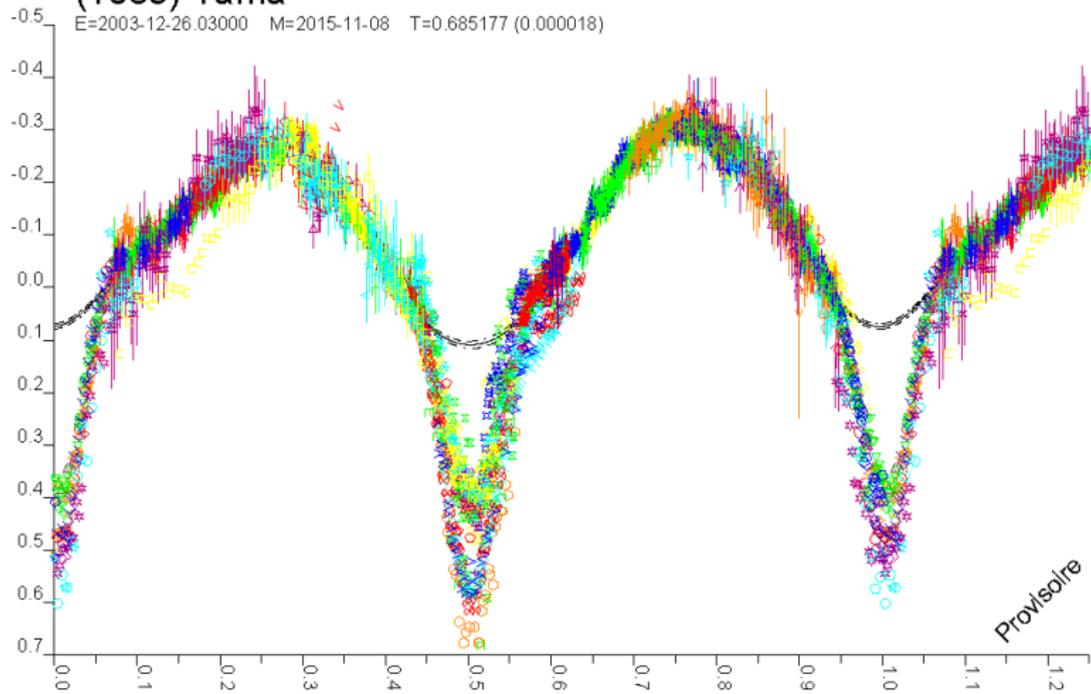
Applications de la photométrie



Applications de la photométrie

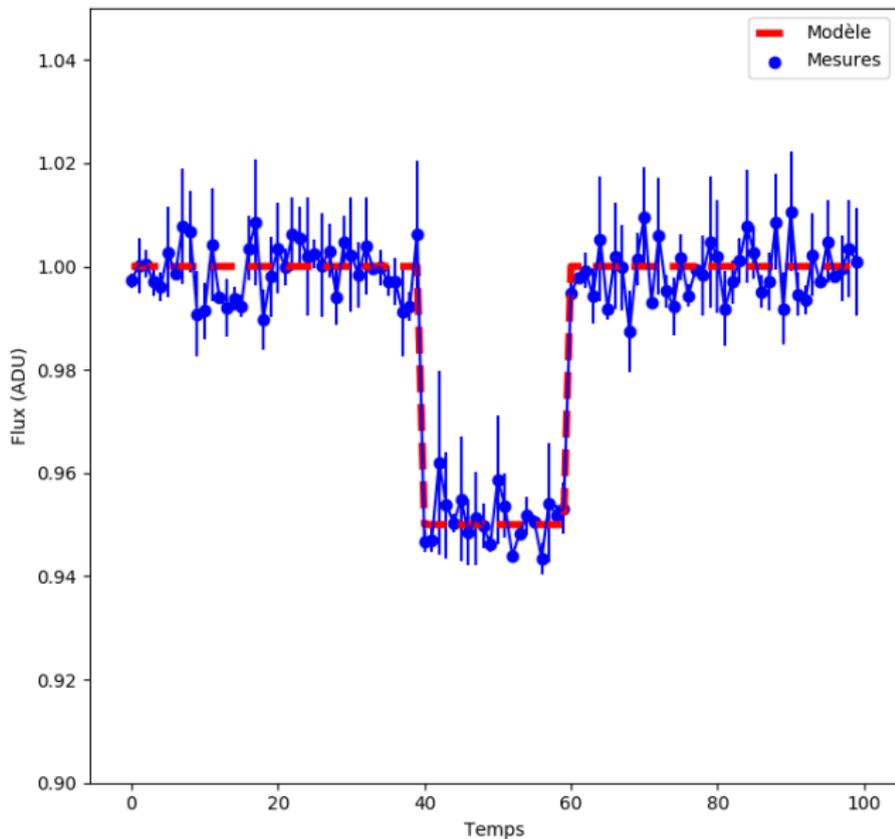
(1089) Tama

E=2003-12-26.03000 M=2015-11-08 T=0.685177 (0.000018)

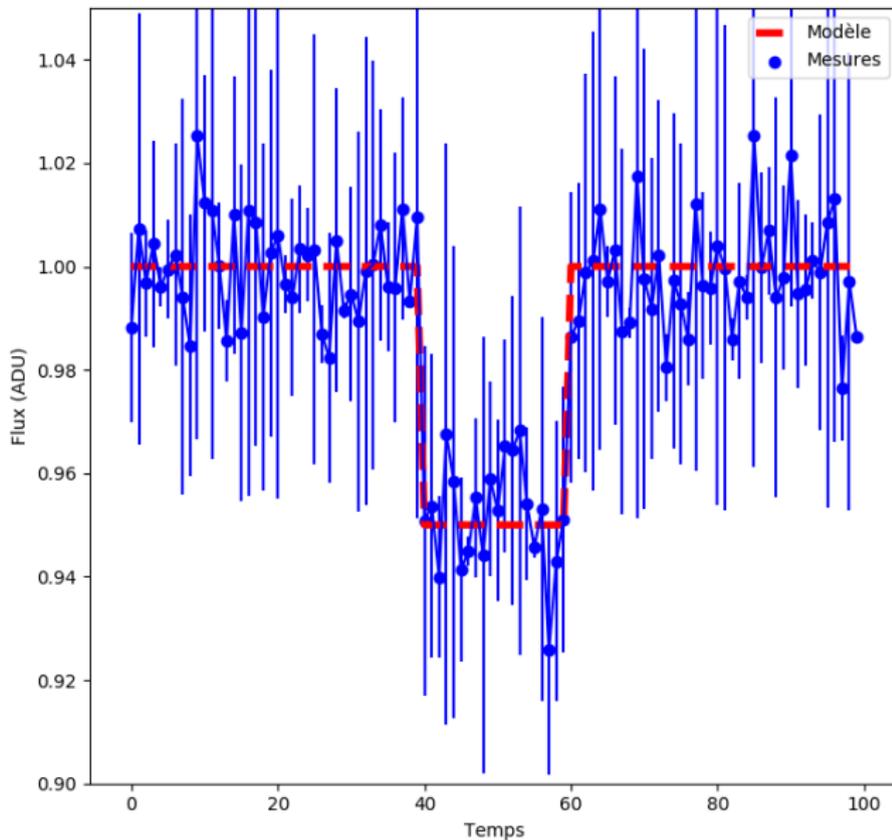


- | | | | | | | | |
|----------|-----------------------------|----|-------------------------|-----|-----------------------|----|-----------------------|
| ○◇△▽▷▷▷▷ | Rene Roy | □◇ | Claudine Rinner | ▽*+ | Pierre Antonini | ☆+ | Stefano Sposetti |
| ◇▷▷▷ | Russ Durkee | ◇▷ | Alain Klotz | ▽◇ | Jean Lecacheux et al. | ☆+ | Francois Colas |
| ☆+ | Vincent Cotrez et al. | ○ | Laurent Bernasconi | ◇▷ | Arto Oksanen | ◇ | Tommi Itkonen et al. |
| ◇▷ | Christophe Demeautis et al. | ◇▷ | Eric Barbotin et al. | ◇▷ | Emmanuel Brochard | ▷ | Rene Michelsen et al. |
| △ | Josep Coloma | <▷ | Federico Manzini et al. | | | | |

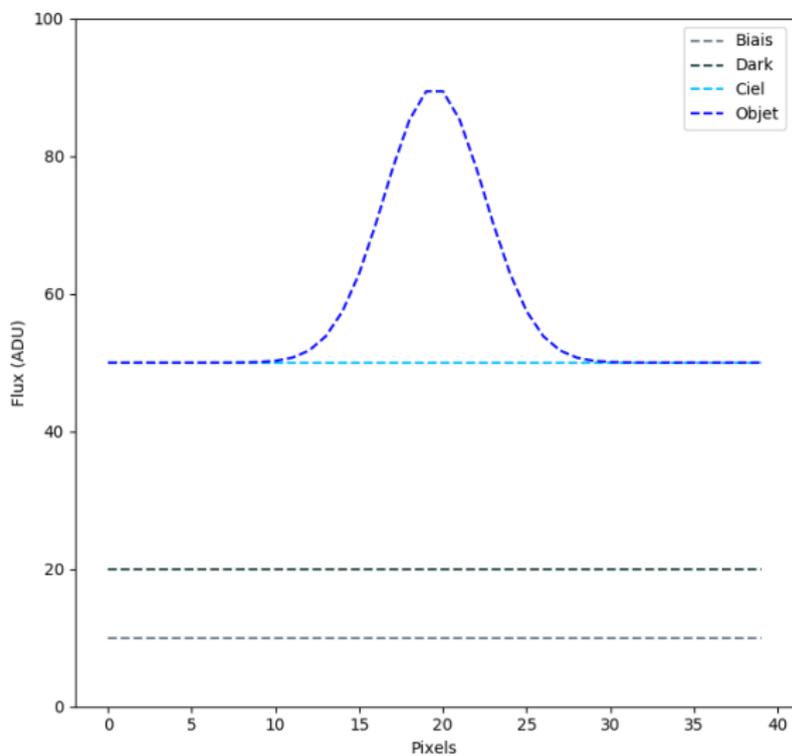
Challenge de la photométrie



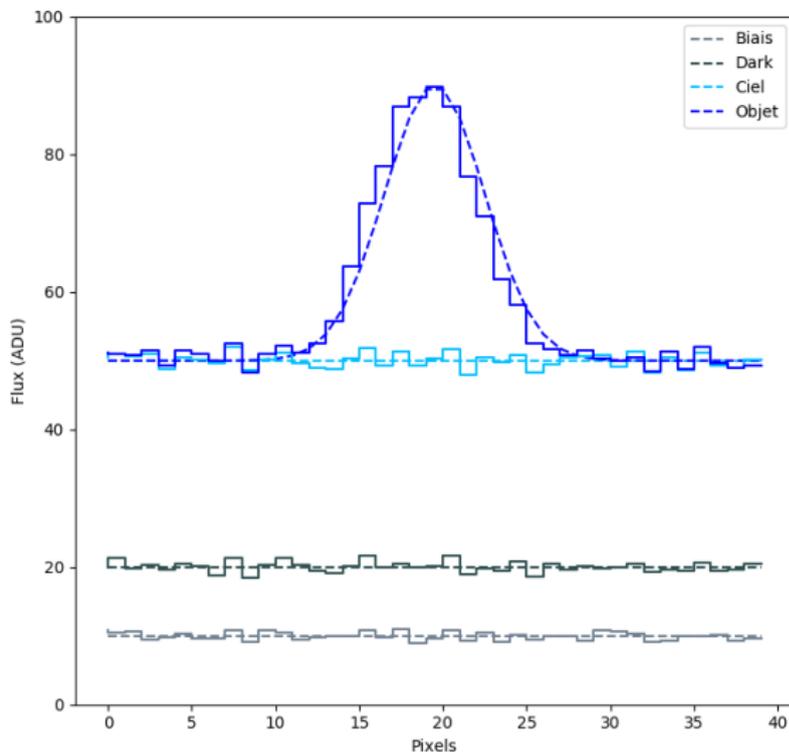
Challenge de la photométrie



Signaux dans une image



Signaux dans une image



Signaux et bruits associés

- Lumière
 - **Le signal** cherché: f
 - $\sigma_f = \sqrt{f}$

Signaux et bruits associés

- Lumière

- **Le signal** cherché: f
- $\sigma_f = \sqrt{f}$

- Courant d'obscurité

- Agitation quantique du détecteur
- $\sigma_D = \sqrt{f_d} = \sqrt{n \cdot d \cdot t}$

Signaux et bruits associés

- Lumière

- **Le signal** cherché: f
- $\sigma_f = \sqrt{f}$

- Courant d'obscurité

- Agitation quantique du détecteur
- $\sigma_D = \sqrt{f_d} = \sqrt{n \cdot d \cdot t}$

- Bruit de lecture

- Transfert de charges
- $\sigma_L = \sqrt{n \cdot L}$

Signaux et bruits associés

- Lumière
 - **Le signal** cherché: f
 - $\sigma_f = \sqrt{f}$
- Courant d'obscurité
 - Agitation quantique du détecteur
 - $\sigma_D = \sqrt{f_d} = \sqrt{n \cdot d \cdot t}$
- Bruit de lecture
 - Transfert de charges
 - $\sigma_L = \sqrt{n \cdot L}$
- Sensibilité des pixels (flat)

Signaux et bruits associés

- Lumière
 - **Le signal** cherché: f
 - $\sigma_f = \sqrt{f}$
- Courant d'obscurité
 - Agitation quantique du détecteur
 - $\sigma_D = \sqrt{f_d} = \sqrt{n \cdot d \cdot t}$
- Bruit de lecture
 - Transfert de charges
 - $\sigma_L = \sqrt{n \cdot L}$
- Sensibilité des pixels (flat)
- Numérisation (échantillonnage)

Bilan des bruits associés

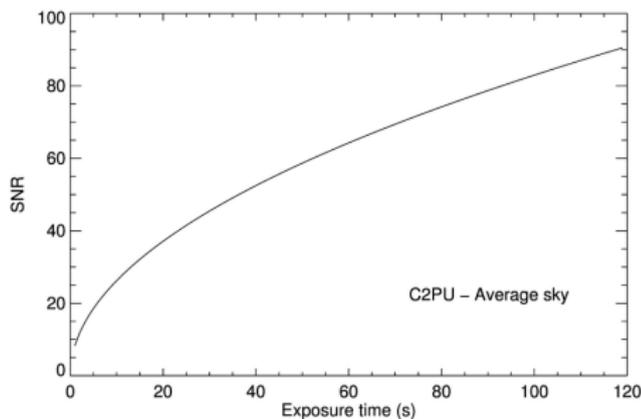
$$\begin{aligned} \text{SNR} &= \frac{f_{\star}}{\sqrt{\sum_i \sigma_i^2}} \\ &= \frac{f_{\star}}{\sqrt{\sigma_{\star}^2 + \sigma_{\text{Ciel}}^2 + \sigma_{\text{Lecture}}^2 + \sigma_{\text{Dark}}^2 + \sigma_{\text{Flat}}^2 + \sigma_{\text{Num}}^2}} \end{aligned}$$

Quelque cas limites

$$\text{SNR} = \frac{f_{\star}}{\sqrt{\sigma_{\star}^2 + \sigma_{\text{Ciel}}^2 + \sigma_{\text{Lecture}}^2 + \sigma_{\text{Dark}}^2 + \sigma_{\text{Flat}}^2 + \sigma_{\text{Num}}^2}}$$

- Photon limited

- $\text{SNR} \approx \sqrt{f_{\star}} \propto D\sqrt{t}$



Quelque cas limites

$$\text{SNR} = \frac{f_{\star}}{\sqrt{\sigma_{\star}^2 + \sigma_{\text{Ciel}}^2 + \sigma_{\text{Lecture}}^2 + \sigma_{\text{Dark}}^2 + \sigma_{\text{Flat}}^2 + \sigma_{\text{Num}}^2}}$$

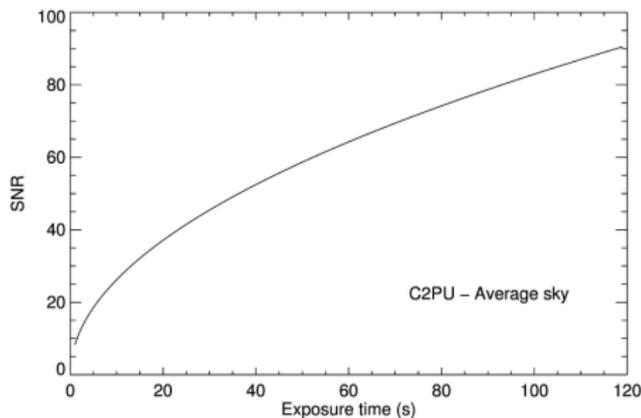
- Photon limited

- $\text{SNR} \approx \sqrt{f_{\star}} \propto D\sqrt{t}$

- Read-Out limited

- $\text{SNR} \approx \frac{f_{\star}}{\sqrt{\sigma_{\text{Lecture}}^2}}$

- $\text{SNR} \propto \frac{1}{\sqrt{n \cdot L}}$



Quelque cas limites

$$\text{SNR} = \frac{f_{\star}}{\sqrt{\sigma_{\star}^2 + \sigma_{\text{Ciel}}^2 + \sigma_{\text{Lecture}}^2 + \sigma_{\text{Dark}}^2 + \sigma_{\text{Flat}}^2 + \sigma_{\text{Num}}^2}}$$

- Photon limited

- $\text{SNR} \approx \sqrt{f_{\star}} \propto D\sqrt{t}$

- Read-Out limited

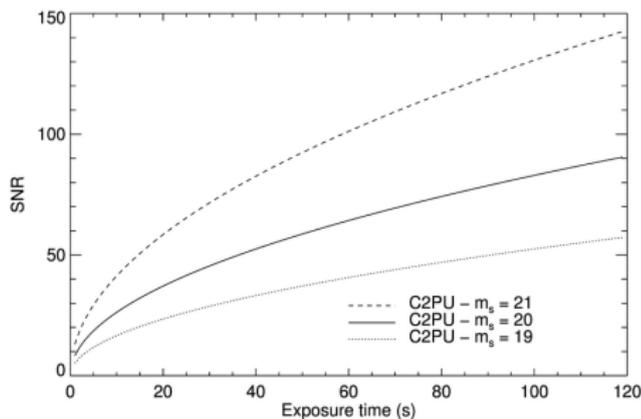
- $\text{SNR} \approx \frac{f_{\star}}{\sqrt{\sigma_{\text{Lecture}}^2}}$

- $\text{SNR} \propto \frac{1}{\sqrt{n \cdot L}}$

- Background limited

- $\text{SNR} \approx \frac{f_{\star}}{\sqrt{f_{\text{ciel}}}}$

- $\text{SNR} \propto \frac{D\sqrt{t}}{\Theta} 10^{\Delta m}$



Quelque cas limites

$$\text{SNR} = \frac{f_{\star}}{\sqrt{\sigma_{\star}^2 + \sigma_{\text{Ciel}}^2 + \sigma_{\text{Lecture}}^2 + \sigma_{\text{Dark}}^2 + \sigma_{\text{Flat}}^2 + \sigma_{\text{Num}}^2}}$$

- Photon limited

- $\text{SNR} \approx \sqrt{f_{\star}} \propto D\sqrt{t}$

- Read-Out limited

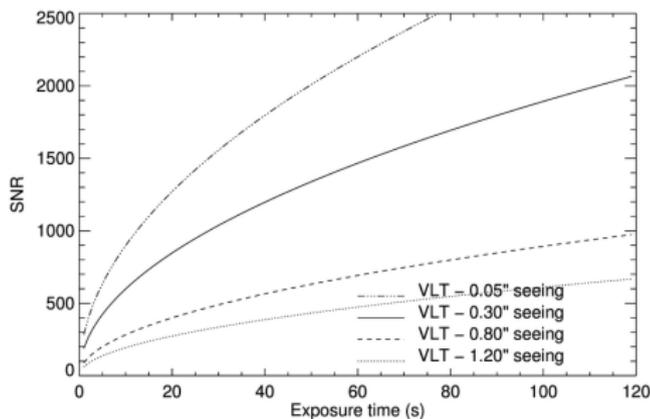
- $\text{SNR} \approx \frac{f_{\star}}{\sqrt{\sigma_{\text{Lecture}}^2}}$

- $\text{SNR} \propto \frac{1}{\sqrt{n \cdot L}}$

- Background limited

- $\text{SNR} \approx \frac{f_{\star}}{\sqrt{f_{\text{ciel}}}}$

- $\text{SNR} \propto \frac{D\sqrt{t}}{\Theta} 10^{\Delta m}$



Quelques commentaires

- **Photométrie extrêmement utile**
 - Système solaire, physique stellaire, extragalactique, ...
 - Suivi temporel de nombreuses cibles
 - N petits télescopes $>$ 1 gros télescope
- **Les petits télescopes sont **valides****
 - Tradeoff entre ouverture D et temps d'exposition t
 - Milliers de cibles $V \approx 12-13$
- **Mais attention!**
 - Incertitudes aussi importantes que les valeurs
 - Bien choisir le setup et les cibles