



# Le Programme TeleAuto



## Menu

- [Accueil](#)
- [Exemples](#)
- [Fonctions](#)
- [Télécharger](#)
- [Plugins](#)
- [Scripts](#)
- [Support](#)
- [Documentation](#)
- [Faq](#)
- [Links](#)



## Comment mesurer la magnitude d'un objet stellaire ?

Ce tutorial est destiné à vous montrer comment mesurer la magnitude d'un objet ponctuel comme une étoile ou un astéroïde avec TeleAuto. La mesure photométrique d'objets étendus fera l'objet d'une autre fonction.

Les images et copie d'écran de l'interface de TeleAuto sont celles de la version 2.66. Les évolutions futures du programme seront susceptibles de modifier ces interfaces en y ajoutant des fonctions. N'en soyez pas surpris.

### Comment TeleAuto mesure les flux d'objets ponctuels ?

Pour mesurer le flux d'un objet ponctuel, TeleAuto va trouver le modèle mathématique qui le représente au mieux, c'est à dire la fonction mathématique qui s'approche le plus de la forme de cet objet.

Le modèles disponibles dans TeleAuto sont

- Le modèle **gaussien** adapté à la modélisation des étoiles bien rondes. Sa fonction monodimensionnelle est :

$$F(x) = C + H.e^{-\frac{x-xc}{\sigma^2}}$$

où C est le niveau du fond de ciel, H est l'intensité maximum, Xc est la coordonnée du centre et sigma est la largeur de la gaussienne.

- Le modèle **gaussien ellipsoïde** adapté à la modélisation des étoiles légèrement bougées.

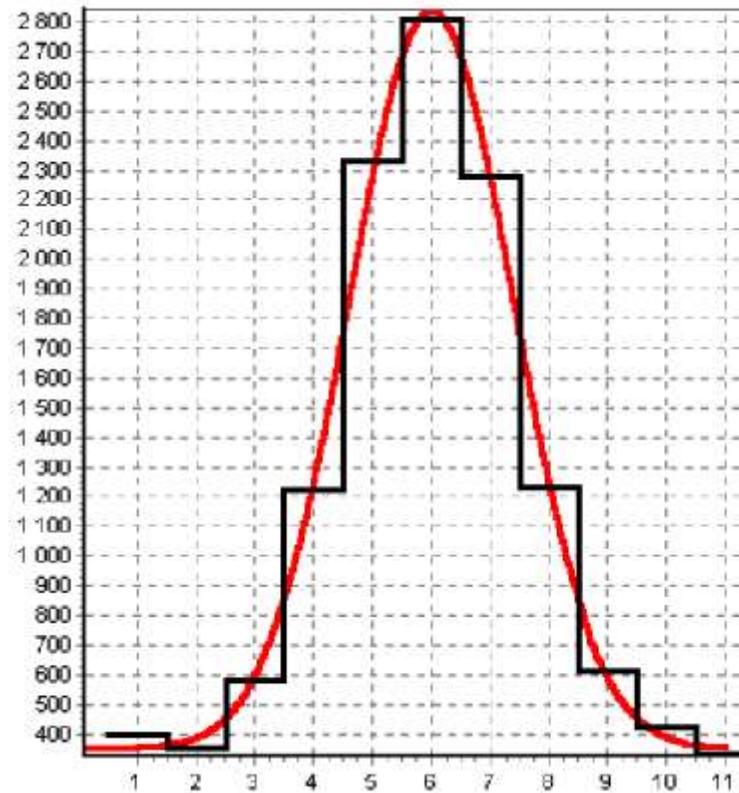
- Le modèle de **moffat** qui a été ajouté dans le but de le tester. Il devrait être plus efficace que le modèle gaussien car il se rapproche plus de la forme 'théorique' des étoiles.

Le fond du ciel est modélisé en même temps que l'objet par un polynôme de degré 0 (constante), 1 (plan) ou 2 (parabole).

La modélisation se fait dans un petit carré entourant l'étoile.

La méthode de calcul du modèle est celle de Levenberg Marquadt qui permet d'éviter au maximum les erreurs de modélisation. De plus les itérations du calcul sont poussées au maximum de manière à obtenir une modélisation la plus fine possible.

Voici par exemple le résultat de modélisation en rouge, par rapport à la forme réelle pixelisée de l'étoile en noir :

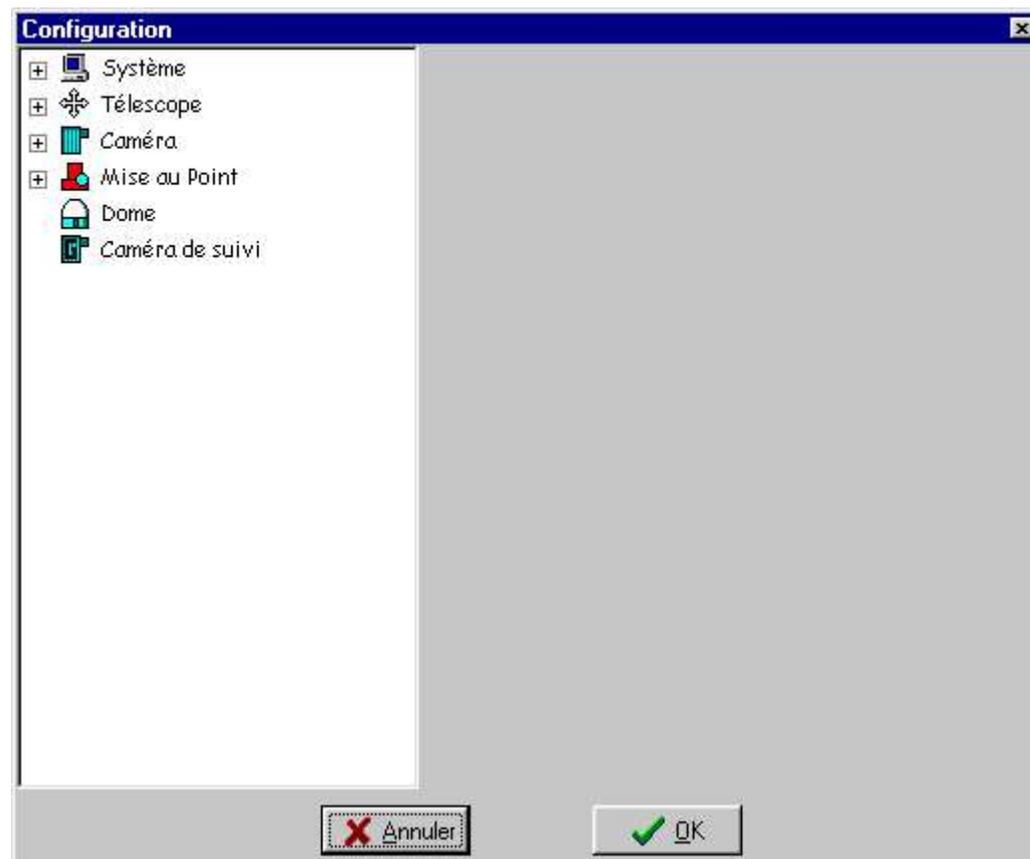


## Comment configurer la photométrie ?

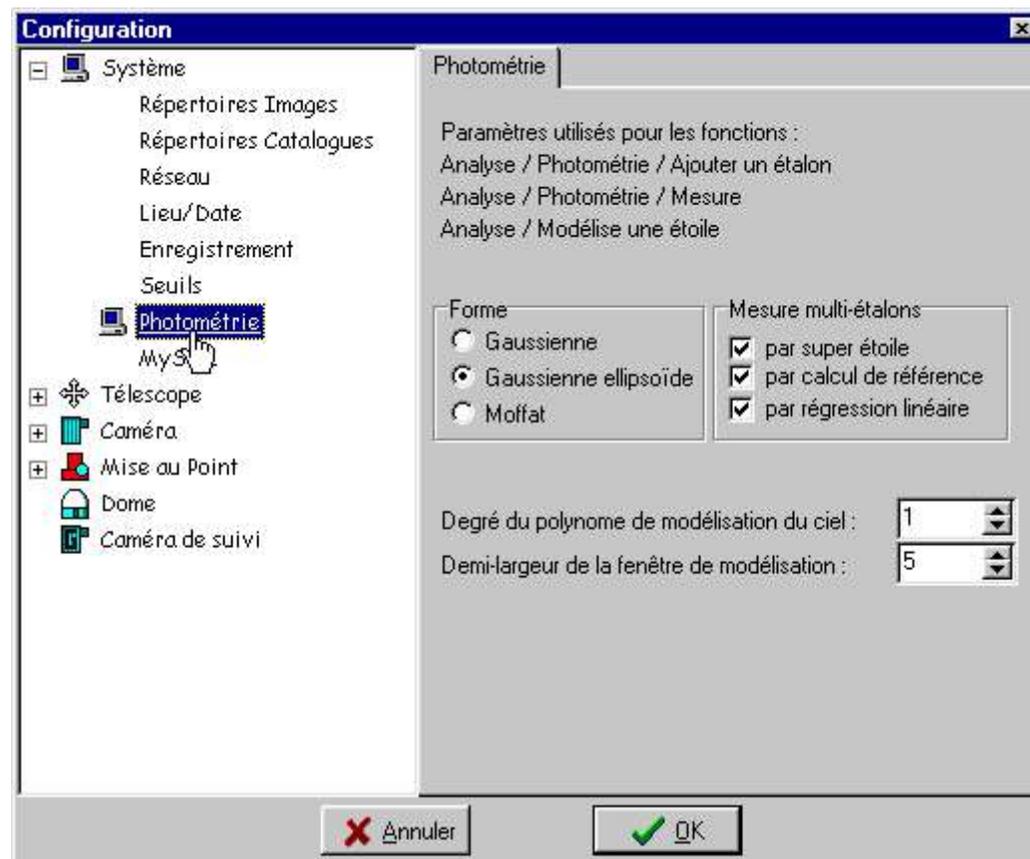
Pour configurer la fonction de photométrie manuelle de TeleAuto, cliquez dans le menu **Système/Configuration** pour faire apparaître la fenêtre de configuration :



La fenêtre de configuration apparaît :



Cliquez alors sur la ligne **Système** puis **Photométrie** :



Vous pouvez alors configurer la fonction de photométrie manuelle de TeleAuto :

- Cliquez sur la forme de la modélisation que vous désirez utiliser dans la zone **Forme**. Préférez le choix **Gaussienne ellipsoïde** qui minimise les erreurs de modélisation lorsque les étoiles sont légèrement bougées. Vous pouvez utiliser la forme **Gaussienne** si vos étoiles sont parfaitement rondes. Le choix de la fonction de Moffat peut être utilisée pour la tester. N'hésitez pas à nous rapporter vos résultats de test.
- Cliquez sur les méthodes de mesure que vous souhaitez dans la zone **Mesure multi-étalons**. Le calcul **par super étoiles** est celui que j'ai décrit dans un [article de CCD et Téléscope](#). Cette méthode donne d'excellents résultats et doit être utilisé de préférence. C'est aussi celui que vous devez sélectionner si vous n'avez qu'un seul étalon. Le choix **par calcul de référence** permet de calculer la référence de magnitude correspondant à une étoile de flux 1 ADU (Analog to Digital Unit = un pas de quantification). C'est la **Référence** dans la formule de Pogson suivante :

$$\text{Magnitude} = \text{Référence} - 2.5 \times \text{Log} (\text{FluxObjet})$$

Cette référence est calculée par une méthode des moindres carrée qui est ici équivalente à une simple moyenne. La qualité des résultats de cette méthode est équivalente à la méthode par super étoile. Le calcul **par régression linéaire** est une méthode des moindres carrés linéaire qui permet de calculer en même temps la référence et la pente de la droite des magnitudes. On

suppose ici qu'un biais dans la mesure de flux introduit une erreur sur la pente de la droite des magnitudes qui est normalement de 2.5. On calcule donc la **Référence** et la **Pente** dans la formule de Pogson suivante :

$$\text{Magnitude} = \text{Référence} - \text{Pente} \times \text{Log} (\text{FluxObjet})$$

Cette méthode a été ajoutée pour la tester. On remarque que l'incertitude sur la mesure est plus grande avec cette méthode. Ceci est dû à un résultat d'incertitude plus grand sur la **Référence**. Un travail est en cours sur ce problème. N'hésitez pas à nous rapporter vos résultats de test et vos réflexions sur ce sujet. Je soupçonne que cette fonction ne peut être plus efficace que les précédentes que lorsque les étalons sont plus nombreux. Elle devrait donc être très efficace dans la future fonction d'étalonnage automatique où toutes les étoiles des images serviront d'étalon.

- Le **Degré du polynôme de modélisation du ciel** permet de modéliser le fond du ciel. Il peut prendre les valeurs 0 (ciel constant), 1 (En forme de plan incliné), 2 (En forme de parabole). Vous pouvez prendre la valeur 0 si l'image est bien prétraitée et si les étoiles sont isolées. Vous pouvez prendre la valeur 1 si votre image contient un résidu de flat mal corrigé ou une galaxie proche de l'étoile à mesurer. Enfin, la valeur 2 me semble être à éviter car il y a un trop grand risque de surestimer le flux du fond de ciel. En effet, même si le fond du ciel avait une forme parabolique, je ne vois pas comment l'algorithme pourrait trouver la bonne séparation entre le flux du ciel et le flux de l'étoile. Néanmoins, d'après mon expérience de Prism qui utilise exclusivement cette méthode, les erreurs sont négligeables sur les images où le ciel est bien plat car l'algorithme doit converger sur un degré équivalent à 0. Cette possibilité a été laissée pour être testée.
- La **Demi-largeur de la fenêtre de modélisation** permet de modifier la largeur de la fenêtre à l'intérieur de laquelle se fait le calcul de modélisation. Cette valeur sera :

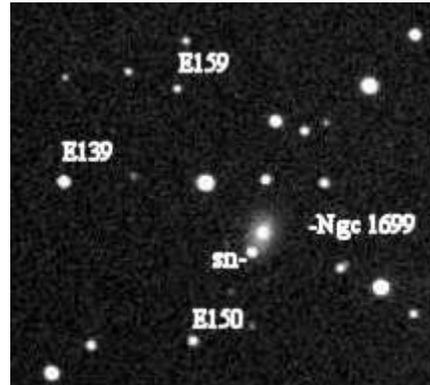
$$\text{Largeur} = 2 \times \text{Demi-largeur} + 1$$

Ce paramètre peut varier entre 5 et 35 pixels. La lumière des étoiles, quand elle passe dans un télescope, est étalée sur toute l'image. Afin d'avoir une plus grande partie possible d'une étoile dans la fenêtre de modélisation, il faut essayer d'augmenter cette valeur au maximum qui est de 35 pixels soit une largeur de 71. Malheureusement, il ne faut pas que d'autres étoiles soient présentes dans cette fenêtre car elles vont fausser la mesure. Le réglage de cette valeur dépend donc de la distance des étoiles voisines de celle que l'on souhaite mesurer. Attention aux étoiles de faible intensité qu'on ne voit pas au premier abord dans l'image ! Généralement, on règle cette valeur entre 5 et 15. 9 est une bonne valeur par défaut.

Dans l'exemple qui suit, cette valeur a été réglée à 5 pour la supernovae pour limiter l'erreur de modélisation induit par le noyau de la galaxie sur la supernova.

## Un exemple de mesure de Supernova

Un grand merci à Jean Marie Llapasset qui nous a fourni l'image suivante pour nous permettre de vous montrer un exemple de mesure photométrique multi-étalon avec TeleAuto :

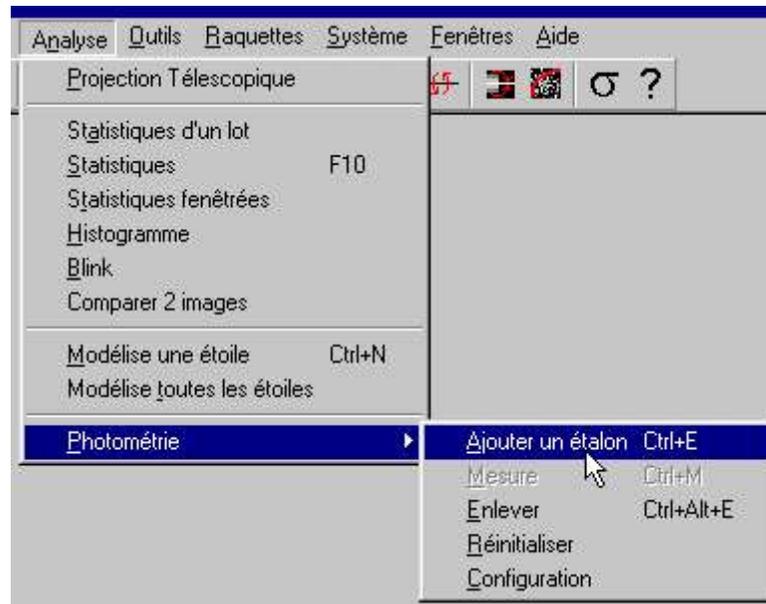


Il s'agit de mesurer la magnitude de la supernova SN2001ep dans la galaxie NGC1699 à l'aide de 3 étalons. Les étalons sont indiqués sur l'image ci-dessus par leur magnitude trouvée dans des catalogues. Par exemple E139 est un étalon de magnitude 13,9.

La mesure va se faire un deux temps

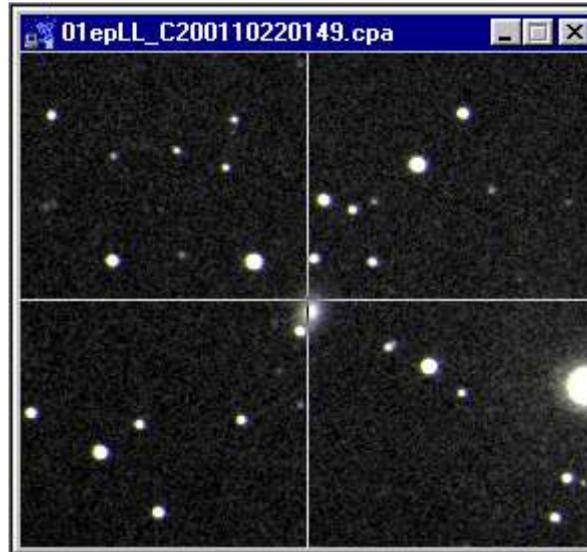
- 1) L'étalonnage
- 2) La mesure de la SN

Vous devez d'abord ouvrir l'image puis sélectionner dans le menu **Analyse/Photométrie/Ajouter un étalon** :

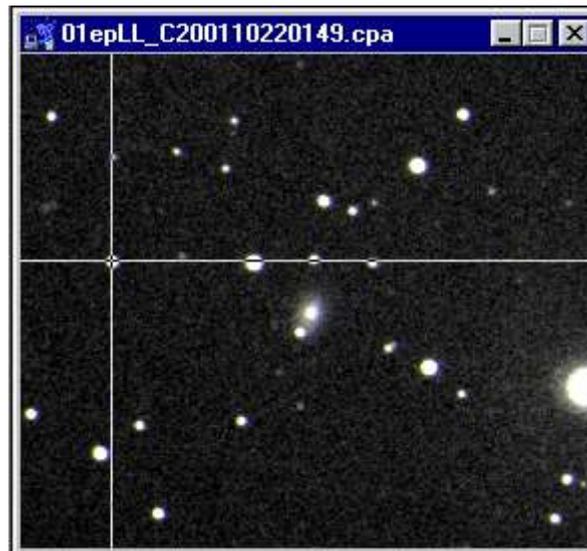


Ou mieux taper Ctrl+E au clavier.

Un réticule apparaît alors sur l'image :



Placez le sur un des étalons :

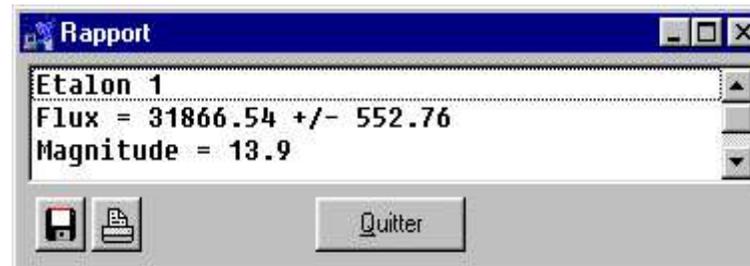


Et cliquez pour enregistrer cette étoile dans la liste des étalons. TeleAuto vous demande sa magnitude catalogue :

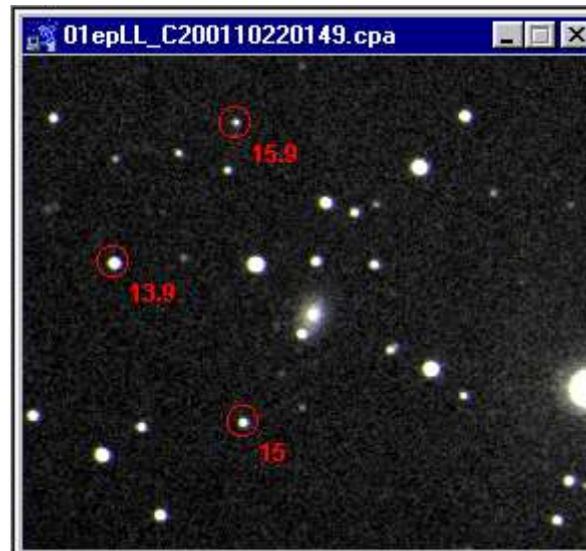


Un marqueur apparaît alors sur l'étalon

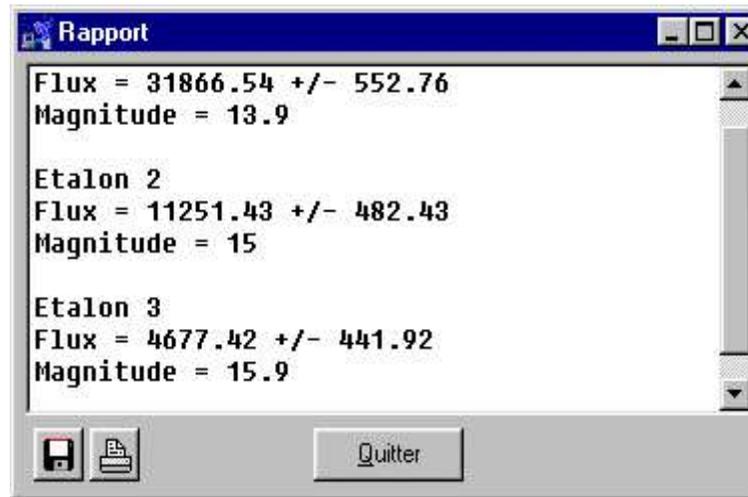
Et les informations sur cet étalon apparaissent dans la fenêtre de rapport qui apparaît :



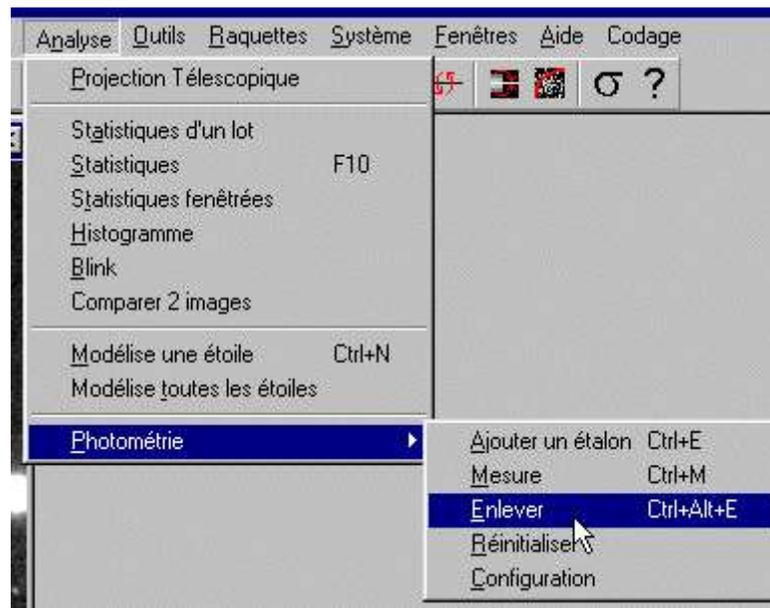
Répétez l'opération pour tous les étalons :



Le rapport se complète :

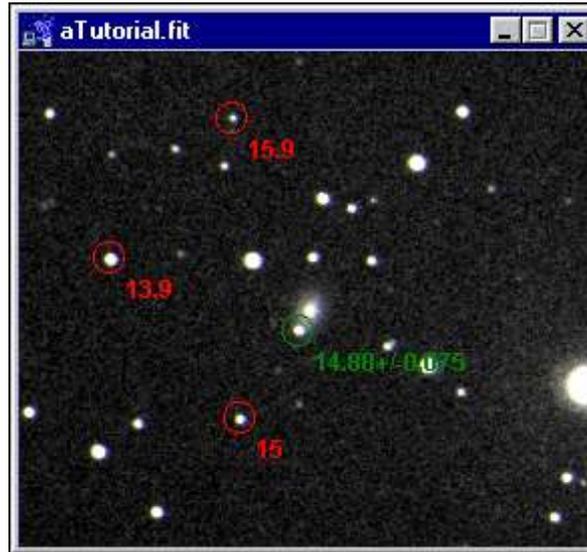


Si vous vous êtes trompé d'étalon, vous pouvez le supprimer en sélectionnant dans le menu **Analyse/Photométrie/Ajouter un étalon** :



Ou en tapant Ctrl+Alt+E au clavier. Vous pouvez alors cliquer sur l'étalon que vous ne souhaitez plus utiliser.

Vous pouvez maintenant, mesurer la magnitude de la supernova en sélectionnant dans le menu **Analyse/Photométrie/Mesure** puis en cliquant sur la supernova. La magnitude de la supernova apparaît alors directement sur l'image :



La fenêtre de rapport affiche toutes les mesures demandées :

```

Mesure par calcul de référence
Magnitude = 25.12+/-0.034 -2.5*log(flux)
Flux objet = 12787.6+/-491.16
Magnitude = 14.85+/-0.076

Mesure par Moindres Carrés linéaires
Magnitude = 24.717+/-0.084 - 2.401+/-0.021 *log(flux)
Flux objet = 12787.6+/-491.16
Magnitude = 14.86+/-0.117

Mesure par SuperEtoile
Flux SuperEtoile = 47795.39+/-1477.10
Magnitude SuperEtoile = 13.44
Flux objet = 12787.6+/-491.16
Magnitude objet = 14.88+/-0.075

```

On retrouve trois paragraphes correspondant à chacune des méthodes de mesure demandées :

### Mesure par calcul de référence

La première ligne donne la formule de Pogson trouvée avec la référence des magnitude trouvée et son incertitude (25.12+/-0.034)

La deuxième ligne donne le flux mesuré de l'objet c'est à dire la SN (12787.6+/-491.16)

La troisième ligne donne le résultat de la mesure grâce à la formule de Pogson de la première lignes (14.85+/-0.076)

Le calcul des incertitudes se fait par propagation des incertitudes.

### **Mesure par Moindres Carrés linéaires**

La première ligne donne la formule de Pogson trouvée avec la référence des magnitude trouvée et son incertitude ( $24.717 \pm 0.084$ ) et la pente de la droite des magnitudes et son incertitude ( $2.401 \pm 0.021$ )

La deuxième ligne donne le flux mesuré de l'objet c'est à dire la SN ( $12787.6 \pm 491.16$ )

La troisième ligne donne le résultat de la mesure grâce à la formule de Pogson de la première lignes ( $14.86 \pm 0.117$ )

Le calcul des incertitudes se fait par propagation des incertitudes. On remarque que l'incertitude importante sur la référence se retrouve dans la mesure de magnitude.

### **Mesure par SuperEtoile**

La première ligne donne le flux total de la SuperEtoile.

La deuxième ligne donne la magnitude équivalente de la SuperEtoile calculée avec les magnitudes catalogue de chaque étalon.

La troisième ligne donne le flux mesuré de l'objet c'est à dire la SN ( $12787.6 \pm 491.16$ )

La quatrième ligne donne le résultat de la mesure ( $14.88 \pm 0.075$ )

Il de vous reste plus qu'à sélectionner la ligne contenant la mesure de magnitude puis à copier coller dans votre rapport d'observation avec les touches Ctrl+Ins (Copier) et Shift+Ins (Coller).

Pour remettre à zero toutes les informations de flux et de magnitude, vous pouvez sélectionner dans le menu

#### **Analyse/Photométrie/Réinitialiser**

Pour accéder directement à la fenêtre de configuration, vous pouvez sélectionner dans le menu

#### **Analyse/Photométrie/Configuration**

**Astuce 1** : Avant de mesurer les étalons, j'ai réglé la demi largeur de la fenêtre de modélisation à 11 pour être sûr de mesurer la plus grande partie du flux sans avoir d'étoiles voisines dans la fenêtre de modélisation.

**Astuce 2** : Avant de mesurer la supernova, j'ai réglé la demi largeur de la fenêtre de modélisation à 5 pour avoir la plus petite partie possible du noyau de la galaxie proche dans la fenêtre de modélisation et ainsi minimiser les erreurs de modélisation.

**Astuce 3** : Si une étoile est trop proche de la fenêtre de modélisation, vous pouvez minimiser son impact sur la mesure en la supprimant. Cliquez avec le bouton de droite de la souris sur l'étoile pour faire apparaître le menu contextuel puis cliquez sur Couper l'étoile :

