

ATROS, un Appareil à Triple Reflexion pour l'Observation du Soleil

Co-auteurs : A.Rondi, S.Rondi, R.Bouvier, Groupe GAPPIC

Introduction



Illustration 1: Le prototype d'ATROS en cours de test au Pic du Midi.

C'est au sein du groupe GAPPIC (Groupe d'Accompagnement Pédagogique pour le Pic du Midi) qu'est apparue la volonté de construire un instrument simple et sûr pour l'observation du Soleil par des élèves.

Depuis des années nous utilisons plusieurs Solarscope[®] (Illustration 2) qui ont constitué une belle avancée dans le domaine : leur conception particulièrement simple (un objectif convergent et un petit miroir convexe) rend en effet l'observation collective du Soleil aisée et surtout très sûre en comparaison aux systèmes classiques de projection derrière une lunette (qui peuvent comporter le risque qu'un observateur mette son œil à l'oculaire).

Cependant, la projection du Soleil dans le Solarscope se fait sur une paroi souvent très inclinée, rendant le dessin des tâches solaires très délicat : tout appui sur l'appareil décale sa visée.

L'utilisation d'une lunette astronomique avec un filtre à l'ouverture n'est non plus totalement satisfaisante pour nous puisque, même si elle garantit une excellente sécurité, elle ne permet pas une observation collective.

Après avoir exploré la voie d'une adaptation d'un Solarscope, nous avons finalement opté pour une conception impliquant un triple repli du faisceau optique d'une lunette, avec projection par oculaire. Cette conception a fait l'objet outre-Atlantique d'un appareil nommé Sunspotter[®].

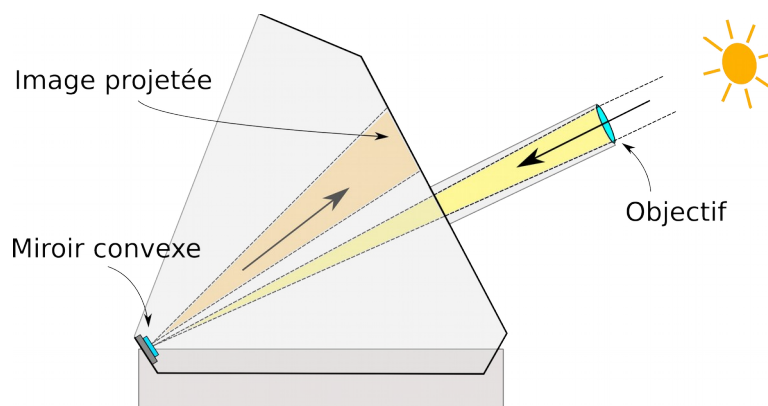


Illustration 2: Principe optique du Solarscope.

Nous proposons un design légèrement différent, facilement reproductible par tout amateur et permettant un réglage fin des optiques, ne vous fiez donc pas à son nom : **ATROS, un Appareil à Triple Réflexion pour l'Observation du Soleil.**

L'objet de cet article est de décrire la construction et le fonctionnement d'ATROS, instrument qui nous donne entière

satisfaction dans l'usage que nous en faisons avec les classes visitant le Pic du Midi.

Principe optique et calcul

ATROS est basé sur un principe très simple : il s'agit de "replier" par trois fois le faisceau d'une lunette utilisée en projection.

Dans une lunette utilisée en projection, l'oculaire projette l'image du Soleil en arrière de la lunette (Illustration 3, à gauche). La taille de cette image solaire est variable et dépend de la distance focale de l'oculaire et de la position entre l'oculaire et le foyer de la lunette. Une taille d'une dizaine de cm est propice au dessin et reste suffisamment lumineuse.

Dans notre lunette, nous avons donc replié le faisceau trois fois, à l'aide de miroirs (Illustration 3, à droite). Ce repliement permet d'obtenir un instrument bien plus compact qu'une lunette classique, dont l'image se projette globalement vers le bas (variable selon la déclinaison du Soleil). Ce dernier point facilite grandement la vision par tous et le relevé des tâches par dessin (puisque l'appui de la main sur l'instrument a plutôt tendance à stabiliser l'instrument).

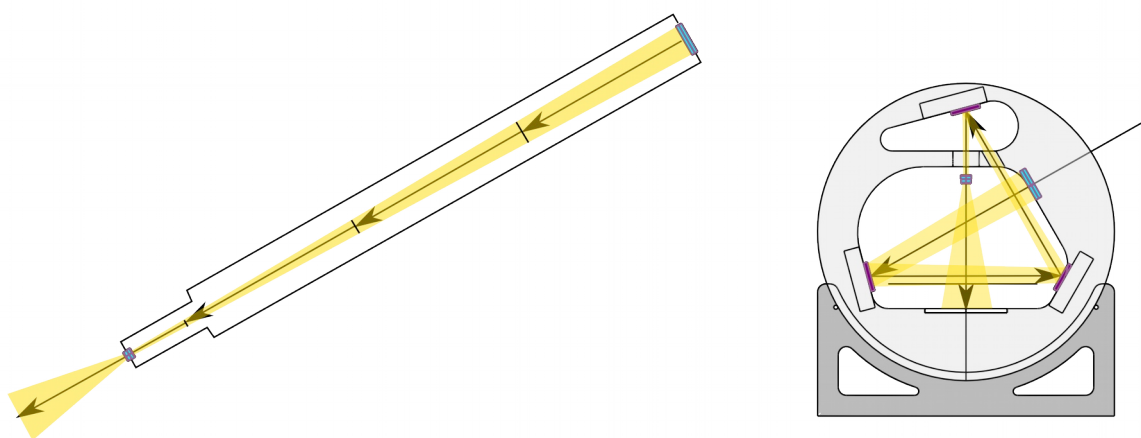


Illustration 3: Lunette utilisée par projection, faisceau droit (à gauche) et replié (à droite).

En outre, ce design compact permet également de se passer d'une monture standard sur pied: l'ensemble des optiques est intégré entre deux flasques circulaires pivotantes qui permettent de pointer le soleil selon sa hauteur (Illustration 4). Le dessin de ces deux flasques a été pensé pour faciliter la vision de l'image du Soleil par plusieurs personnes et l'accès à la feuille de relevé si l'on souhaite dessiner les taches solaires : le design est ainsi plus "ouvert" que dans le Sunspotter.

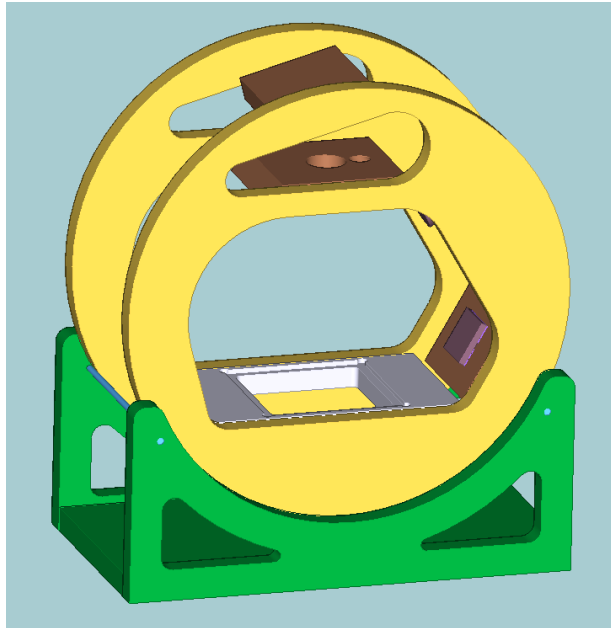


Illustration 4: Modèle 3D d'ATROS.

Sur l'illustration 5 sont représentés les composants optiques successifs de l'instrument : l'objectif (Obj), les trois miroirs M1, M2, M3 puis l'oculaire (Oc).

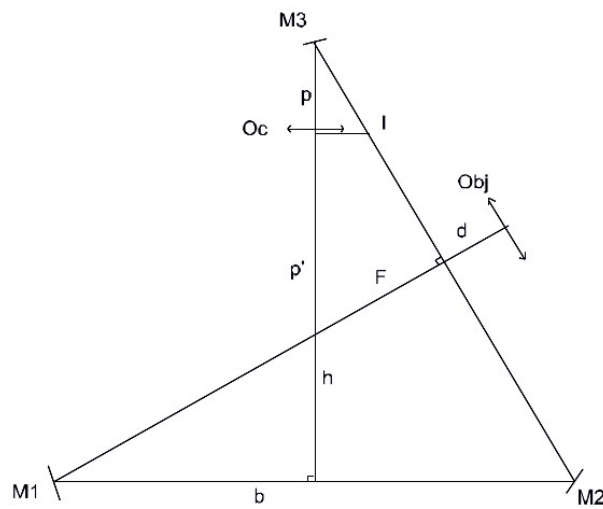


Illustration 5: Plan optique de l'instrument.

Afin de faciliter la construction d'ATROS, nous avons conçu une feuille de calcul (Illustration 6) qui permettra, à partir de paramètres en entrée, de connaître la disposition des différents éléments. Cette feuille est téléchargeable sur la page suivante : <http://www.astrosurf.com/rondi/CCTAA2/>.

Les paramètres à entrer sont les suivants :

- La focale de l'objectif dont on dispose, ainsi que son diamètre
- Le diamètre final du Soleil sur la feuille de relevé
- La focale de l'oculaire de projection
- La distance entre la droite M1-M2 et le plan sur lequel l'image est projetée (en effet, il est conseillé de placer ce plan suffisamment au dessous de la droite M1-M2 afin que la main de l'observateur dessinateur ne coupe pas le faisceau lors du relevé des taches)
- La distance entre l'objectif et la droite M2-M3 (paramètre pouvant faciliter la conception)

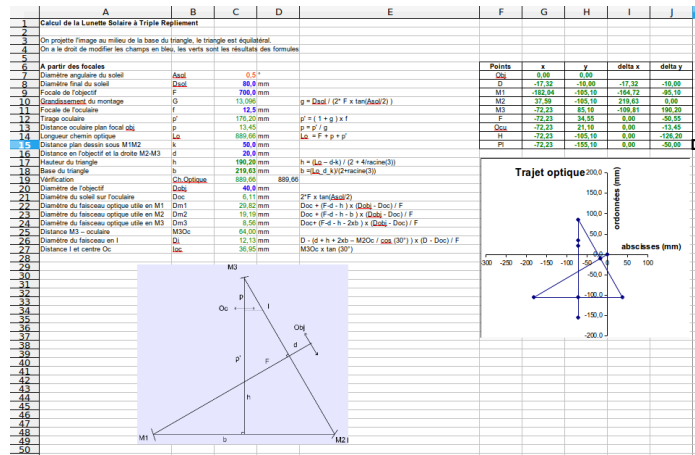


Illustration 6: La feuille de calcul.

L'illustration 7 montre le détail des résultats donnés par la feuille de calcul : le positionnement des différents éléments optiques, en prenant pour origine (0,0) l'objectif Obj.

Il sera ainsi aisé pour chacun d'adapter ATROS à ses propres optiques.

Points	x	y	delta x	delta y
Obj	0,00	0,00		
D	-17,32	-10,00	-17,32	-10,00
M1	-182,04	-105,10	-164,72	-95,10
M2	37,59	-105,10	219,63	0,00
M3	-72,23	85,10	-109,81	190,20
F	-72,23	34,55	0,00	-50,55
Ocu	-72,23	21,10	0,00	-13,45
H	-72,23	-105,10	0,00	-126,20
PI	-72,23	-155,10	0,00	-50,00

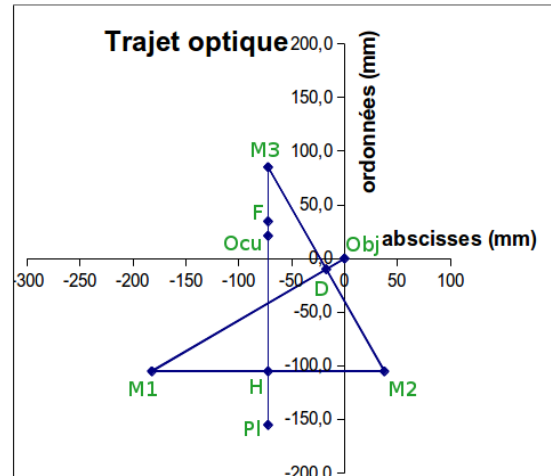


Illustration 7: Détail des positions des éléments d'ATROS donnés par la feuille de calcul.

Réalisation

Notre instrument est basé sur un objectif de 700mm de focale, un "standard" des lunettes d'initiation qui pourront être ainsi converties. Nous avons usiné les deux flasques et le support à l'aide d'une machine à commande numérique, mais il est également possible de les découper à la scie sauteuse. Les deux flasques sont reliées par des pièces rectangulaires, support des optiques.

Nous avons choisi de coller les miroirs (aluminés face avant) sur un support orientable grâce à trois vis (Illustration 11). Ceci facilitera le réglage mais n'est pas totalement indispensable : une fois les optiques bien alignées, on vissera ou on collera les supports des miroirs.

Afin de faciliter cet alignement, les flasques seront d'abord assemblées par trois des plaques rectangulaires (en rouge et beige sur l'illustration 8) puis on viendra insérer les pièces support des trois miroirs (en vert sur l'illustration 8).

L'alignement des trois miroirs se fera successivement à partir du miroir M1 (à positionner pour renvoyer le faisceau issu du Soleil sur le miroir M2) puis des miroirs M2 et M3.

La conception circulaire des flasques permettra une rotation aisée de l'ensemble, sur deux rondins métalliques fixés au socle (voir Illustration 9).

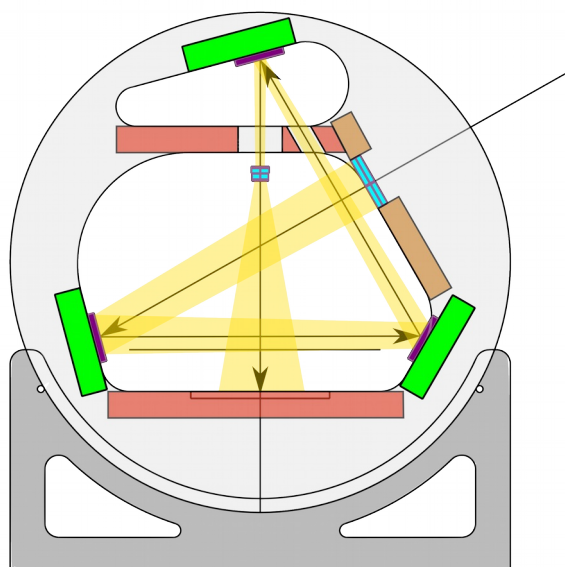


Illustration 8: Disposition des plaques de raccord entre les deux flasques.



Illustration 9: Support de l'objectif et vue du socle.



Illustration 10: Arrière de l'objectif, miroir M2 et oculaire de projection.

On trouvera sur la page <http://www.astrosurf.com/rondi/CCTAA2/> nos plans de l'ATROS sous divers formats 2D et 3D, dont le format d'origine .DWB (format VariCAD pouvant être lu à l'aide de VariCAD Viewer téléchargeable en ligne).



Illustration 11: Support du miroir M1.

Utilisation

Le réglage initial nécessite quelques tâtonnements. La focalisation se réalise à l'aide de l'oculaire et éventuellement en avançant ou en reculant la plaque support de l'objectif.

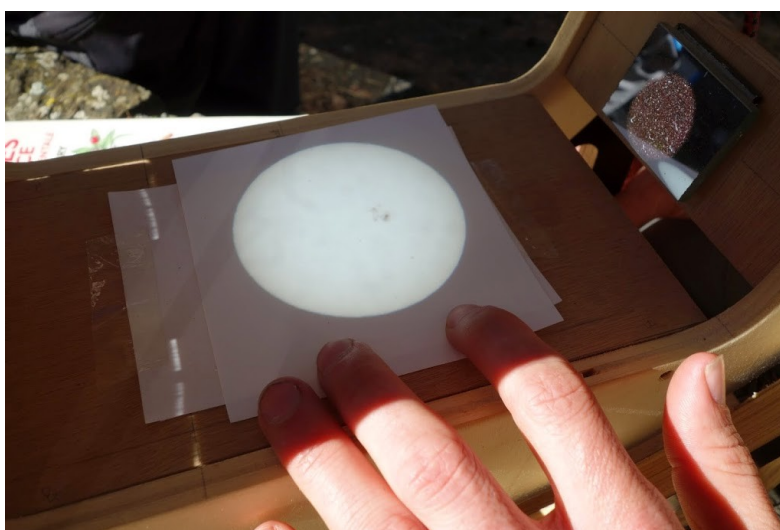


Illustration 12: Observation de tâches solaires.

Le Soleil en projection dans notre modèle a une taille de 8cm environ, bien adaptée au dessin (Illustration 13).



Illustration 13: Relevé de tâches solaires au crayon.

Un autre mode d'observation nécessitera une petite adaptation de la plaque support de dessin : il est possible de l'ajourer (Illustration 4) et d'y placer un verre dépoli. On renversera alors l'ATROS (Illustration 14) de manière à observer l'image solaire projetée sur le dépoli.

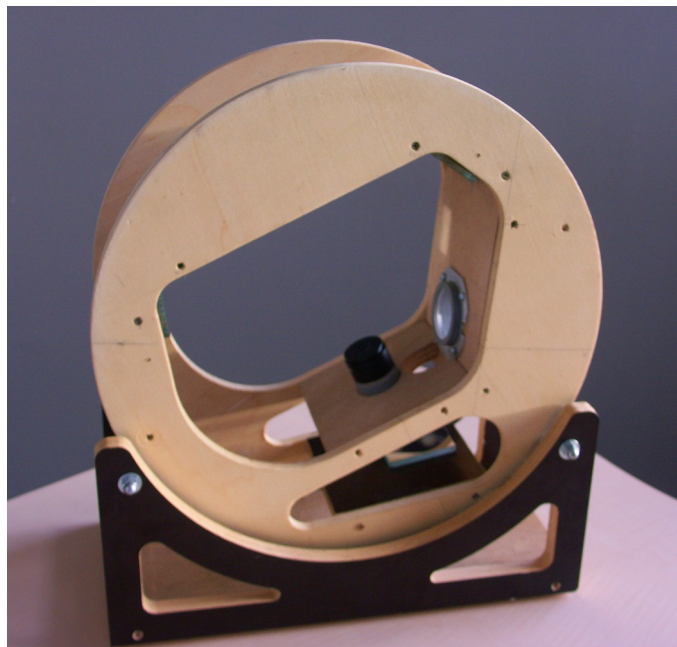


Illustration 14: Autre mode d'observation, au travers d'un dépoli.

En guise de conclusion, l'illustration 15 montre quatre relevés de tâches solaires (du 21 au 24 octobre 2014) réalisés au crayon en quelques minutes. Bien entendu étant donné le déplacement apparent du Soleil relativement rapide, il est nécessaire de le "suivre" en décalant légèrement l'ATROS lors des relevés.

A votre tour maintenant de vous inspirer de cette petite description pour reproduire ou adapter à votre guise notre instrument définitivement ATROS.

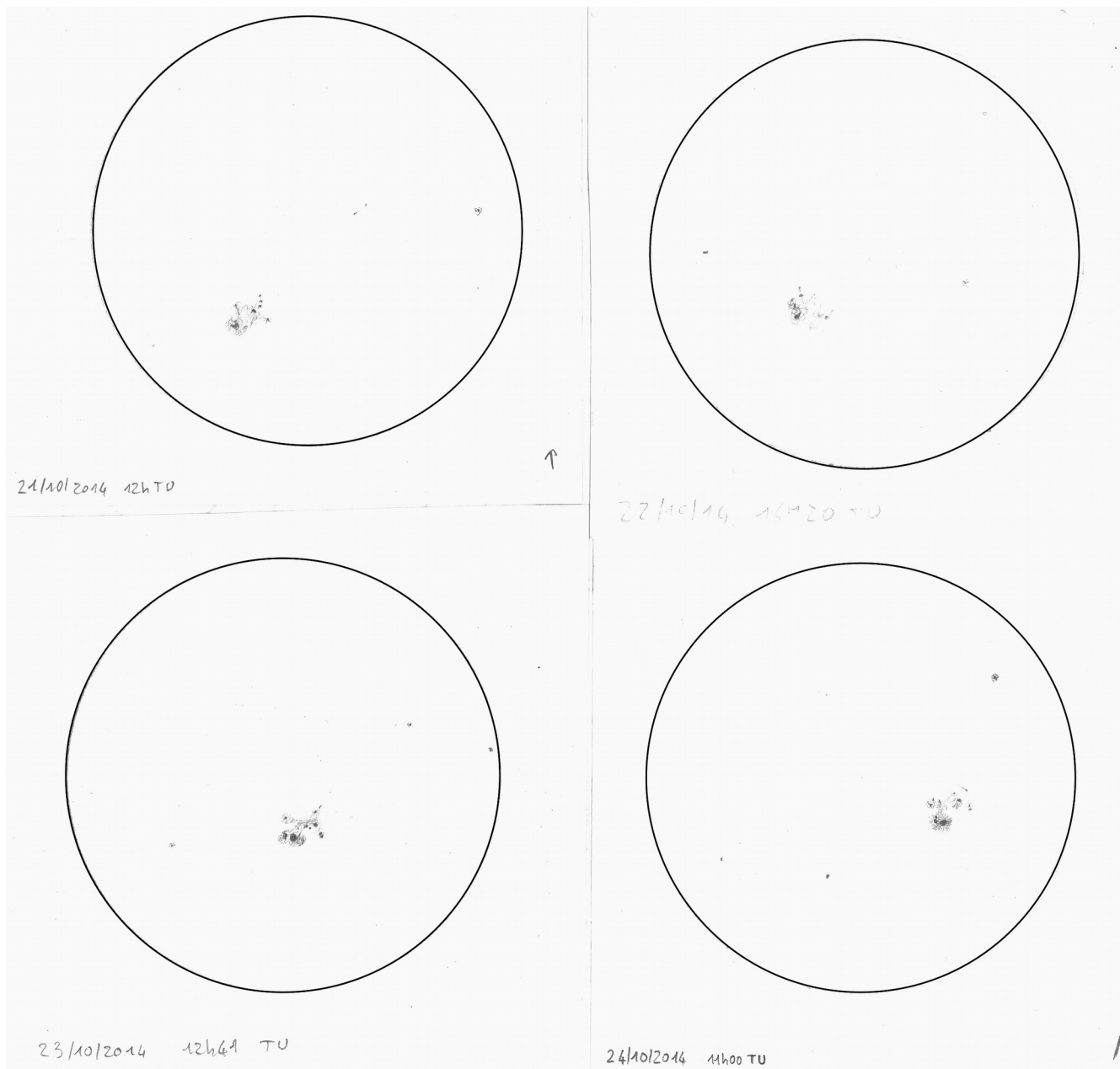


Illustration 15: Exemples de relevés : le groupe AR12192 en octobre 2014.