

*Projet de Physique P6*  
*STPI/P6/2014 – 031*

**Adaptation d'une webcam sur un télescope**



**Etudiants :**

**Kamelya EL ALAOUI**

**Simeï YIN**

**Antoine FOLLAIN**

**Rafael CARTENET**

**Antoine DERAISIN**

**Enseignant-responsable du projet :**

**François GUILLOTIN**



Date de remise du rapport : **16/06/2014**

Référence du projet : **STPI/P6/2014 – 031**

Intitulé du projet : **Adaptation d'une webcam sur un télescope**

Type de projet : **Expérimental**

Objectifs du projet :

Ce projet consiste à adapter une webcam usuelle du commerce sur un télescope afin de réaliser des photos de planètes. Le but étant de pouvoir comparer nos résultats avec ceux obtenus avec du matériel spécifique d'astrophotographie et de conclure quant à la capacité pour un astronome amateur de prendre des photographies correctes de planètes avec du matériel basique grand public .

Mots-clefs du projet (4 maxi) : Webcam, astrophotographie, adaptation, astronomie

Si existant, n° cahier de laboratoire associé : **xxx**

## **TABLE DES MATIERES**

1. Introduction.....	6
2. Méthodologie / Organisation du travail.....	9
3. Travail réalisé et résultats.....	10
3.1. Théorie.....	10
3.1.1. Présentation des télescopes et des formules optiques.....	10
3.1.2. Présentation des différents types de monture.....	12
3.1.3. Présentation des accessoires.....	14
3.2. Préparation du matériel.....	15
3.2.1. Préparation générale avant observations.....	15
3.2.2. Étude des éphémérides et cartes du ciel.....	17
3.3. Réglage du télescope et observations.....	19
3.3.1. Mise en station .....	19
3.3.2. Réglage du viseur.....	20
3.3.3. Le problème de shifting.....	21
3.4. Traitement de l'image et résultats.....	21
3.4.1. Méthode d'acquisition.....	21
3.4.2. Acquisition et Traitement .....	22
Etape 1 : Acquisition sous IRIS.....	22
4. Conclusions et perspectives.....	29
5. Bibliographie.....	31
6. Annexes .....	32
Annexe 1 : Facture du télescope .....	32

## REMERCIEMENTS

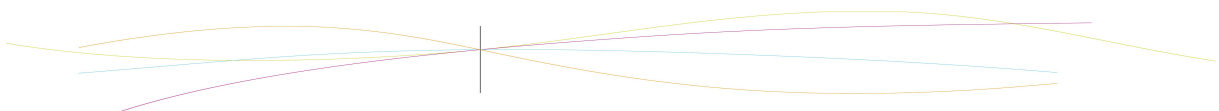
Nous souhaitons tout d'abord remercier Monsieur GUILLOTIN pour ses conseils avisés et son aide qui nous a permis de passer chacune des difficultés inhérentes à notre projet. De plus, nous saluons sa perspicacité en ce qui concerne le choix du projet, en effet, il s'est révélé que cette problématique illustre parfaitement l'évolution actuelle de l'astrophotographie.

D'autre part, nous souhaiterions exprimer notre gratitude au personnel du laboratoire qui nous a permis d'avoir accès au matériel hors des heures de cours.

De plus, nous remercions les techniciens. En effet, leur rôle a été primordial dans la remise en état du télescope, et plus précisément en ce qui concerne la motorisation.

Ensuite, nous exprimons notre gratitude au magasin l'Astronome à Lorient, grâce à qui nous avons pu nous procurer les pièces nécessaires à la remise en état du télescope.

Enfin, nous remercions les ex-membres du Club d'astronomie de l' INSA de ROUEN, sans qui ce projet n'aurait pas été le même.



## 1. INTRODUCTION

### Exploitation du matériel mis à notre disposition

Au début de notre projet, la première interrogation fut de déterminer quel matériel devions nous utiliser pour mener à bien notre sujet « Adaptation d'une webcam sur un télescope » .

Après une brève discussion, Antoine D. nous a indiqué qu'il avait souvenir de quelques cartons et caisses ayant appartenus à l'ex-club d'Astronomie de l'INSA de Rouen. Ces derniers se trouvaient abandonnés depuis plusieurs années dans des locaux du BDE. Après la recherche de ces malles, nous avons découvert avec beaucoup d'excitation tout un assortiment de matériel astronomique qui n'avait pas vu le ciel depuis plusieurs années.

Nous détaillerons avec plus de précision ce matériel dans les parties suivantes. Brièvement, il s'agissait d'un Schmidt-Cassegrain Celestron de 200mm acheté en 1992. Son année d'achat ainsi que différents renseignements nous ont été accessibles grâce à une documentation importante présente dans un des cartons. Cette dernière résulte des années d'activité du club astronomie, club qui n'existe plus aujourd'hui.

#### Annexe 1

##### **Facture du télescope**

Ainsi, nous nous sommes naturellement intéressés à ce matériel directement disponible, écartant ainsi la nécessité d'un achat onéreux. Cependant, ce télescope était-il assez performant et surtout dans état suffisamment correct pour pouvoir penser l'utiliser ? En effet, les différents éléments avaient soufferts de ces années sans entretien. C'est ainsi que nous avons découvert une chenille à l'intérieur du tube Schmidt, les cercles de coordonnées de la monture arrachés ou encore la motorisation inutilisable. D'autre part, la question se posait de savoir si un matériel vieux de 24 ans serait adapté et compatible avec la pratique de l'astrophotographie actuelle, qui plus est à la webcam ?

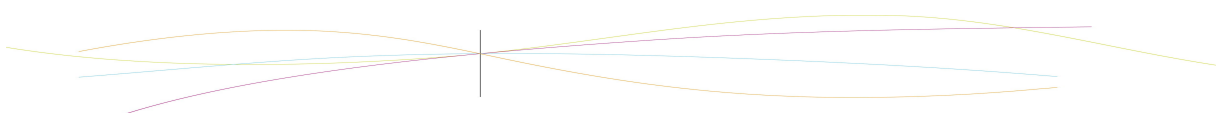
#### Annexe 2

##### **Photo de la chenille dans le télescope**

### Evolution des techniques d'astrophotographie

Afin de comprendre nos inquiétudes et l'intérêt de notre sujet il est nécessaire réaliser un bref historique de l'astrophotographie. Nous verrons ainsi que la photo astronomique à la webcam est la façon la plus performante à l'heure actuelle pour imager l'univers.

La toute première photo astronomique est attribuée à John William Draper, elle fut réalisée le 23 Mars 1840 imageant ainsi pour la toute première fois la Lune. A noter que la technique utilisée était le daguerréotype, procédé mis au point par Louis Daguerre, qui consiste en une surface en argent, polie comme un miroir, exposée directement à la lumière .





*Première photographie astronomique de l'histoire réalisée par Jonh William Draper le 23 Mars 1840.*

Faisons maintenant un bon dans le temps. En 1909 le Français Etienne Mollier démocratise la photographie avec son appareil nommé Cent-Vues. Il offre donc la possibilité à monsieur tout le monde d'utiliser un appareil compact. Cette révolution débouchera sur l'utilisation de la photographie argentique en astronomie bien plus tard dans les années 1980. On fixe alors le boîtier de l'appareil via une bague appelée T2. Voici quelques exemples de résultats :

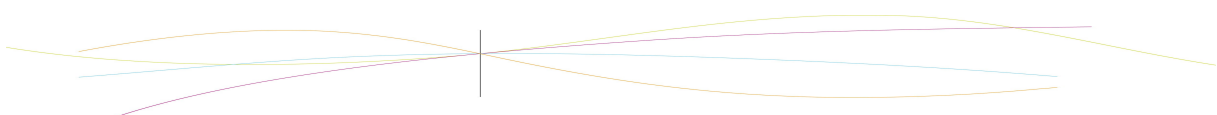
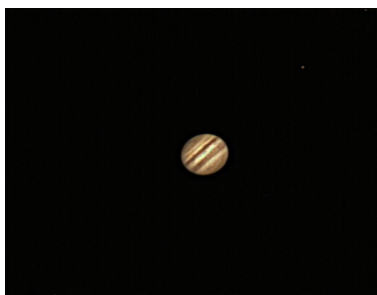
*Jupiter*



*Nébuleuse d'Orion*



Enfin, l'arrivée et la démocratisation des webcams dans les années 2000 vont révolutionner la façon de photographier le ciel. Equipées de capteurs CMOS dans un premier temps, puis par des capteurs CCD plus performants, les webcams vont offrir de nouvelles perspectives aux astronomes amateurs. A l'aide d'un pc portable et d'un logiciel adapté, on réalise alors des vidéos. Ensuite, on compile les images unitaires de ces dernières pour obtenir des images plus détaillées et ayant un plus grand potentiel. Après un traitement adapté, on peut alors obtenir des images comme celles ci :



## Ainsi dans quoi réside l'originalité de notre projet ?

Dans un premier temps, nous allons tenter de réhabiliter et de faire fonctionner un matériel vieux de 22 ans, et qui n'a pas été utilisé depuis de nombreuses années.

D'autre part, il va nous falloir mettre en place et apprendre à utiliser des fonctions comme la motorisation de la monture, sans quoi l'imagerie à la webcam va se révéler très difficile.

De plus, plutôt que d'utiliser une webcam dédiée à l'astronomie, nous allons en adapter une disponible sur le marché, sans aucune prédisposition à l'astrophotographie.

Enfin, plutôt qu'un capteur CCD, largement répandu et dont la réputation n'est plus à faire, nous allons utiliser un capteur CMOS. Pourquoi ? Ces capteurs avaient une très mauvaise réputation, cependant il semblerait qu'il y ait eu une amélioration ces dernières années. Cependant, cette amélioration ne s'est toujours pas faite ressentir dans le milieu de l'astronomie amateur.

## Objectifs du projet/ Cahier des charges

### Au niveau matériel

#### *Remettre en état de fonctionnement le télescope :*

- Réparation des cercles de coordonnées
- Réparation de la motorisation
- Réglages du viseur polaire
- Réglages du viseur
- Nettoyage des oculaires

#### *Optimiser et utiliser le télescope :*

- Construction d'un pare-buée
- Ajuster l'équilibrage des poids de la monture allemande
- Apprendre à réaliser une mise en station

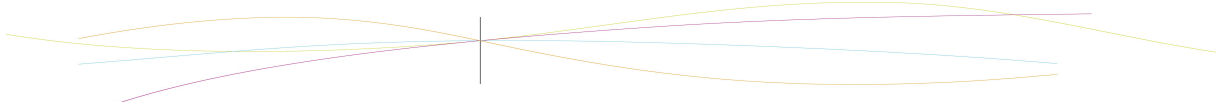
#### *Modifier une webcam usuelle en webcam astrophotographique :*

- Démonter l'objectif initial de la webcam
- S'assurer d'un chemin relativement ouvert pour la lumière
- Concevoir un adaptateur de 31,75 mm pour l'adapter au télescope
- S'assurer que cet adaptateur assure un alignement presque parfait

### Au niveau numérique

#### *L'acquisition :*

- Paramétrer la webcam pour capter le plus de détails possibles





-Faire l'acquisition sous un logiciel adapté

*La compilation :*

- Acquérir les méthodes de sélection des images à compiler
- Etre capable de réaliser l'alignement des images du film AVI
- Paramétrer la compilation d'une séquence

*Le traitement :*

- Maîtriser les traitements d'images de base
- Acquérir des méthodes de traitement
- Savoir interpréter et améliorer les résultats

## 2. MÉTHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

La méthodologie que nous avons adopté pour mieux approcher notre projet et qui nous paraissait la plus judicieuse fut d'aborder séparément la partie théorique et la partie expérimentale. Il est évident que celle-ci a occupé une place plus importante tant au niveau du temps nécessaire pour l'installation du matériel que de l'exploitation des images obtenues à l'issue de nos observations.

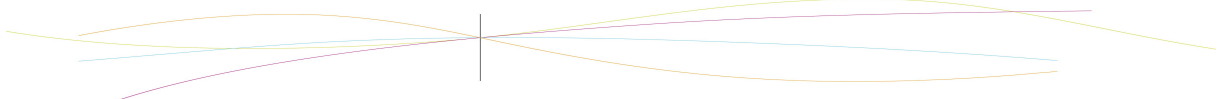
La partie théorique s'axe principalement sur la présentation des différents éléments mis à notre disposition et nécessaires à notre projet soient: le télescope et la monture, en apportant certains détails sur le tube avec lequel nous avons travaillé, à savoir un Schmidt Cassegrain. D'autre part, les accessoires, notamment oculaires et barlows qui les accompagnent. Notre but étant d'adapter une webcam ordinaire à un télescope, l'astrophotographie est un thème récurrent et sera traité en étudiant l'évolution de cette science ces dernières années.

En ce qui concerne l'approche pratique, nous distinguons tout ce qui concerne la préparation dans un premier temps, puis l'observation pure sur le terrain dans un second temps. Nous avons donc tous participé aux manipulations optiques et à celles relatives à la monture équatoriale de notre télescope. La préparation passe également par la transformation de notre webcam et son adaptation adéquate sur le télescope. Ce sont les membres masculins de notre groupe qui se sont attelés à cette tâche. Toujours au sein de la préparation, nous avons construit notre propre pare-buée afin de réduire la sensibilité de notre télescope à la buée.

Une fois les préparations nécessaires effectuées, l'observation planétaire peut enfin être abordée. La mise en station, les réglages relatifs au viseur, les problèmes dus aux turbulences ou encore les paramétrages de la webcam selon les conditions climatiques extérieures par exemple, ont été suivis par l'intégralité du groupe.

Les observations ont été faites en trois étapes.

La première observation avait pour objectif de tester l'efficacité de la webcam, nous avons opté pour une observation de jour et avons donc installé notre télescope devant l'entrée du bâtiment Dumont d'Urville. Nous avons visé un croissant de lune mais suite à un



problème de surexposition et d'éclairage élevé, mais aussi d'une présence accrue de nuages, nous avons eu des difficultés à obtenir une image correcte. Néanmoins, des images du haut d'un lampadaire devant le Madrillet ont pu être tirées de cette première expérience sur le terrain.

Les réglages de la webcam maintenant connus grâce à la première observation, nous avons mené une deuxième observation, celle-ci faite de nuit dans une des résidences. Saturne idéalement placée était propice à l'observation, nous avons donc visé la planète et après des réglages de la mise au point, étape la plus délicate, nous avons réussi à immortaliser Saturne et ses anneaux.

Dans la perspective d'obtenir des résultats plus probants, une troisième observation a été menée toujours de nuit et cette fois-ci sur le parking de la résidence des Cateliers. Au tour de la Lune d'être visée, les réglages de la mise au point ont encore demandé beaucoup de soin, de plus nous avons été confrontés à un problème de shifting. La soirée s'est conclue par l'obtention de photos du satellite et de ses cratères.

Qui dit imagerie planétaire dit traitements des images, c'est donc cette partie qui finalise notre projet. Dans un souci d'avoir des photographies nettes, nous avons choisi de traiter nos images avec les logiciels IRIS et REGISTAX qui nous permet d'avoir recours au traitement manuel et au traitement automatique, nous offrant donc un moyen de comparaison entre ces deux opérations.

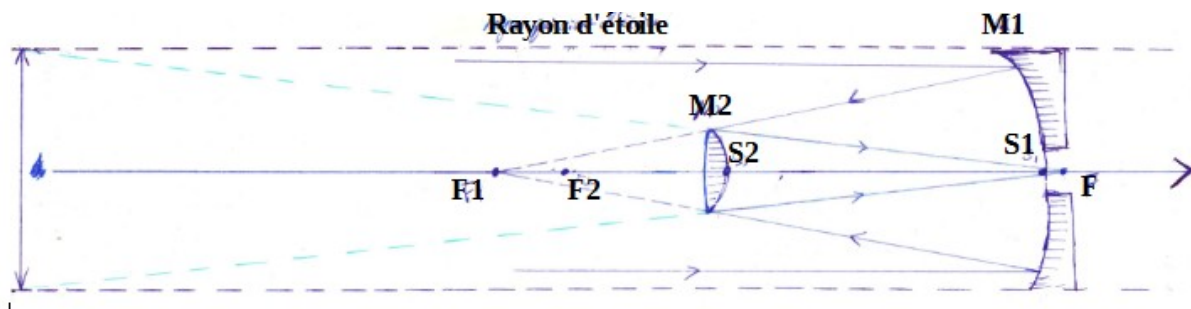
Ainsi, grâce à une organisation optimale, une participation active de tous les membres du groupe et un suivi permanent de l'évolution du projet, nous avons réussi à aboutir à des résultats satisfaisants et mener à bien le travail demandé tout en nous familiarisant à conduire un projet en groupe.

### 3. TRAVAIL RÉALISÉ ET RÉSULTATS

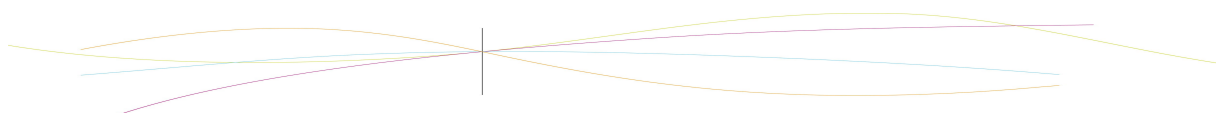
#### 3.1. Théorie

##### 3.1.1. Présentation des télescopes et des formules optiques

Schéma du télescope Schmidt-Cassegrain:



Notions :



$R_1 = C_1\bar{S}_1$  ( $C_1$  est le centre de miroir primaire qui est **sphérique très ouvert**)

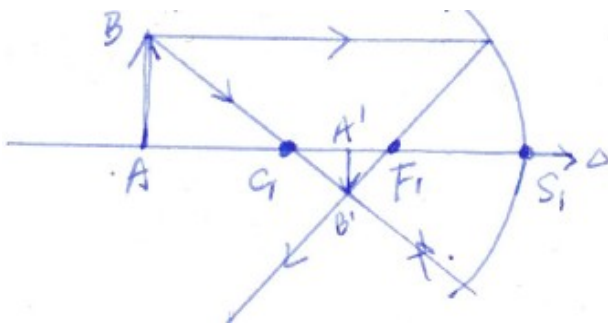
$R_2 = C_2\bar{S}_2$  ( $C_2$  est le centre de miroir secondaire qui est **hyperbolique**)

Calcul du grandissement :

$AB \xrightarrow[\text{(1)}]{\text{miroir primaire}} A'B' \xrightarrow[\text{(2)}]{\text{miroir secondaire}} A''B''$   
 (Étoile) (image intermédiaire) (image réelle)

(1)  $AB \xrightarrow{M1} A'B'$  :

Le miroir primaire est **sphérique très ouvert**, sous la condition de Gauss. C'est à dire, la relation de conjugaison marchera.



La relation de conjugaison :  $\frac{1}{AS_1} + \frac{1}{A'S_1} = \frac{1}{C_1S_1}$   
 $\Rightarrow A'S_1 = \frac{1}{\frac{2}{C_1S_1} - \frac{1}{AS_1}}$

Or l'étoile est presque à l'infinie, on a donc

$$A\bar{S}_1 = \frac{C_1\bar{S}_1}{2}$$

C'est à dire  $A'B'$  se situe à  $F_1$ , donc on a :

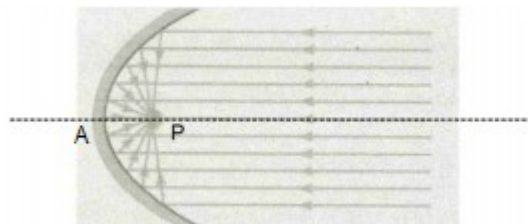
$$\gamma_1 = \frac{A'B'}{AB} = \frac{C_1A'}{C_1A} = -\frac{\frac{R_1}{2}}{AS_1} = -\frac{R_1}{2AS_1}$$

(2)  $A'B' \xrightarrow{M2} A''B''$  :  $A'B'$  est comme objet ici

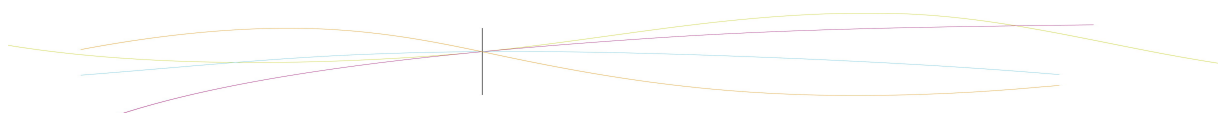
Le miroir secondaire est **hyperbolique**, aussi sous la condition de Gauss. La relation de conjugaison marchera.

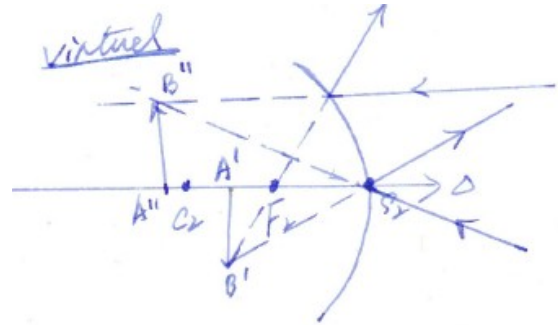
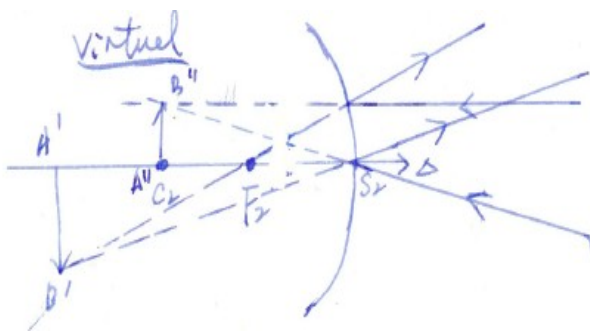
Une chose à remarquer pour le miroir hyperbolique : la situation du point focal.

Pour un miroir parabolique dont l'équation  $y^2 = 2qx$  où  $0 < q > 0$  est le paramètre de la parabole, son point focal (P) se situe  $\frac{q}{2}$  de A.

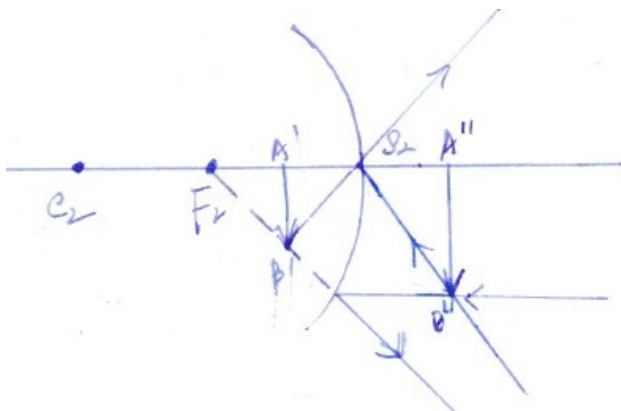


\*pour les 2 cas suivants, pas d'image réelle :





\*c'est le cas suivant qui correspond à la réalité (A''B'' est un image réelle)



La relation de conjugaison :

$$\frac{1}{A'S_2} + \frac{1}{A''S_2} = \frac{1}{C_2S_2} \Rightarrow S_2\bar{A}'' = \frac{1}{\frac{1}{A'S_2} - \frac{2}{C_2S_2}}$$

Appliquer  $R_1$   $R_2$  dedans

$$S_2\bar{A}'' = \frac{R_2(2S_2S_1 + R_1)}{2(2S_2S_1 + R_1 - R_2)}$$

Le grandissement :

$$\gamma_2 = \frac{A''\bar{B}''}{A'\bar{B}'} = \frac{S_2\bar{A}''}{S_2\bar{A}'} = \frac{R_2}{2S_2S_1 + R_1 - R_2}$$

(3) Conclusion :

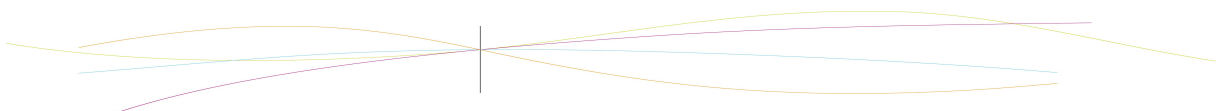
$$\gamma = \gamma_1 * \gamma_2 = -\frac{R_1}{2AS_1} * \frac{R_2}{2S_2S_1 + R_1 - R_2}$$

$$A''\bar{B}'' = \bar{A}\bar{B} * \gamma = -\frac{R_1R_2}{2(2S_2S_1 + R_1 - R_2)} * \frac{BA}{AS_1}$$

Ce résultat correspond à l'observation : l'image est inversée.

### 3.1.2. Présentation des différents types de monture

Il ne s'agit pas dans cette partie d'énumérer tout les types de monture existant , ça serait beaucoup trop long, et la n'est pas le but de notre projet. Cependant, on peut dire qu'il existe



deux types de monture qui sont largement répandus dans le petit monde de l'astronomie amateur.

### **Monture azimutale**

Dans un premier temps, le modèle le plus simpliste est la monture azimutale. Cette dernière équipe généralement les instruments d'initiation. Son mouvement se décompose selon deux axes : un mouvement vertical (hauteur) et un autre horizontal (azimut). La simplicité de son mouvement fait d'elle la monture la plus ancienne connue et la plus intuitive.

Avantages : Faible coût, simplicité d'exécution, légèreté et robustesse.

Inconvénients : Peu évolutive, peu stable, impossibilité de la motoriser



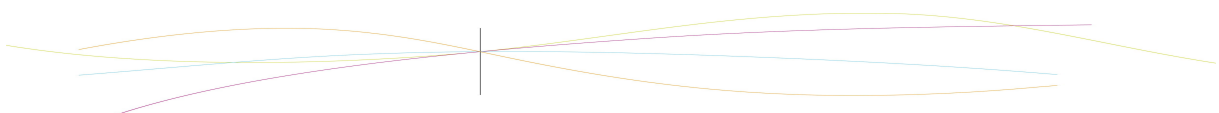
*Illustration 1: Lunette 70/600 skywatcher sur monture azimutale AZI*

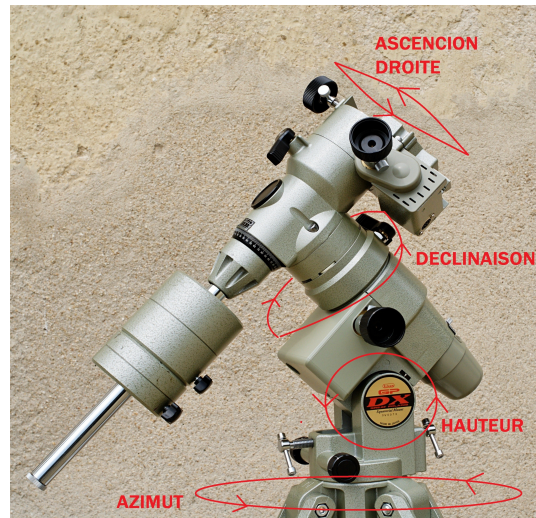
### **Monture équatoriale allemande**

Par la suite, est apparue la monture équatoriale allemande. Celle-ci équipe les instruments plus puissants. Elle fut inventée par l'opticien anglais Jesse Ramsden en 1791. Cette monture comporte des mouvements plus complexes. Dans un premier temps, on observe à la base deux mouvements qui peuvent être assimilés à ceux de la monture équatoriale : un mouvement latéral (azimut) et un mouvement vertical (hauteur). Par la suite, a été ajouté deux autres mouvements atypiques. Le premier est le mouvement dit d'ascension droite et le second est le mouvement de déclinaison.

Avantages : Très stable, évolutive, possibilité de motoriser et de réaliser des mouvements fins

Inconvénients : Lourde, plus coûteuse, de nombreux réglages à effectuer surtout en ce qui concerne la mise en place de la motorisation.





*Illustration 2: Monture équatoriale Polaris DX*

Ainsi notre monture est une équatoriale allemande. C'est plus précisément une monture Vixen Polaris, produite à la fin des années 1980. Elle s'est largement diffusée dans les années 1990, jusqu'à être remplacée par des modèles plus performants comme la Vixen Great Polaris ( VIXEN GP ) sortie en 1996. Cette monture est donc robuste, cependant elle souffrait de problèmes récurrents au niveau de la motorisation de l'axe de déclinaison.

### **3.1.3. Présentation des accessoires**

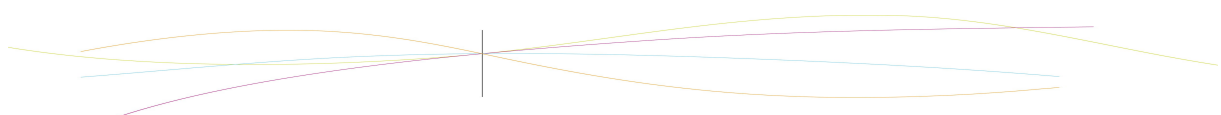
Les oculaires, accessoires indispensables à tout amateur disposant d'un télescope, ont tout autant d'importance que l'objectif en ce qui concerne la qualité finale de l'image observable fournie par le télescope. Pour présenter les choses simplement, un oculaire peut être assimilé à une loupe renvoyant une image à l'infini et qui comporte plusieurs lentilles afin d'obtenir des grossissements différents. Le grossissement est d'autant plus fort que la focale de l'oculaire est courte.

D'autre part, le champ apparent est défini par l'angle que l'on peut observer en plaçant l'œil à l'oculaire, le diaphragme permettant de limiter le champ apparent de l'oculaire. Quant au dégagement oculaire, il correspond à la distance entre la pupille et la lentille la plus proche de l'œil de l'observateur, cette distance ne doit être ni trop petite ni trop grande afin d'éviter un mauvais placement de l'œil et une apparition d'ombres au moment de l'observation.

Pour notre part, les oculaires nous ont notamment aidé à cibler la planète ou le satellite en question avant la mise en place de la webcam. Nous avons choisi d'utiliser trois oculaires ayant le même coulant de 31,75mm; le coulant correspondant à la partie métallique lisse qui vient s'insérer dans le porte-oculaire, aussi appelée « jupe ».

Nous disposons donc d'un premier oculaire Orion Stratus avec les caractéristiques suivantes: une focale de 24mm, un champ de vision apparent de 68° et un dégagement oculaire de 20mm.

Le deuxième oculaire est un Antares faisant partie de la série w70 avec donc un champ apparent de 70° et une focale de 15mm. Le troisième oculaire est un HR Planetary





doté des spécifications suivantes: une focale de 9mm, un champ apparent de 60° et un dégagement oculaire de 16mm.

Combinant un large champ de vision bien exposé et un confort d'observation, ces systèmes optiques ont donc participé à l'élaboration de nettes photographies.



OrionStratus24 mm



Antares W70



HR Planetary 9mm

## 3.2. Préparation du matériel

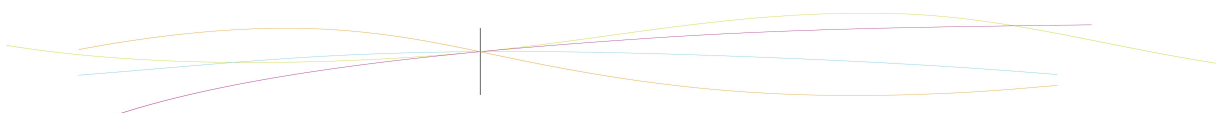
### 3.2.1. Préparation générale avant observations

L'utilisation d'un appareil photo compact de type Canon G3, G5, G6 ou d'un nikon coolpix 5000, permet de faire des photos de bonne qualité. Malheureusement l'optique intégrée est fixe, ce qui limite l'utilisation en mode afocal. Un autre inconvénient est le temps de pose : trop court sur les appareils photo qui ne permettent pas de capter assez de lumière. Pour palier à cela il est intéressant de démonter la webcam afin d'isoler le capteur et donc de prendre des images au foyer du télescope. En effet, le capteur est , comme sur un appareil photo, précédé d'oculaires et donc la prise de vue serait afocale si aucune modification n'était effectuée . Le démontage de la webcam est délicat car il faut démonter le boîtier sans endommager le circuit imprimé .

### Adaptation de la webcam :

La travail d'adaptation de la webcam a été très laborieux ; en effet nous avons consommé pas moins de 4 appareils avant d'obtenir un résultat correct. Il a tout d'abord fallu trouver un appareil correct et démontable, notre choix s'est alors porté sur un modèle PHILIPS SPC 315 NC avec capteur CCD.

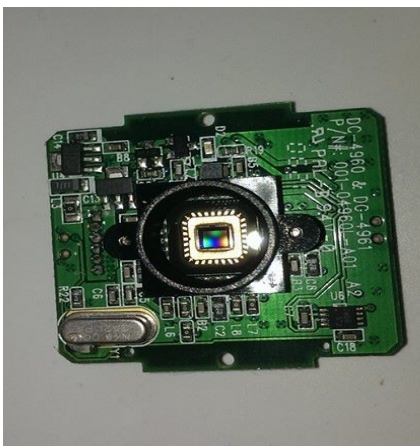
Après un démontage assez difficile, nous avons réussi à isoler le capteur CCD et nous avons tenté une prise de vue test de jour, avec succès. Malheureusement, la semaine suivante la webcam ne fonctionnait plus, sans doute parce que le circuit imprimé était exposé et qu'il n'a pas supporté cela. Il fallait donc isoler le capteur d'un appareil tout en laissant le circuit imprimé protégé. Nous avons alors dévissé le support des oculaires d'une vieille webcam et percé l'objectif d'origine afin d'avoir une projection des rayons lumineux directement sur le capteur. Nous avons ensuite adapté ce support sur une autre webcam



(APM 058) et nous avons relié ce support à un adaptateur pour placer ce dernier après les oculaires en sorti du télescope.

Mais lors de l'après-midi de test il était impossible de faire une mise au point et ainsi d'obtenir une image correcte, les paramètres (luminosité, contraste, balance des blancs) de cette webcam n'étaient pas modifiables nous en avons donc conclu qu'il fallait une webcam possédant des paramètres ajustables. Le modèle final est alors arrivé : une Y TECH d'origine inconnue estimé à 12€ en prix de sortie. Ayant réalisé les adaptations, les test (en annexe) se sont avérés bien plus concluant car les paramètre de ce dernier appareil étaient entièrement modifiables. La webcam était alors prête pour les prises de vue de nuit !

Nous en avons estimé que les paramètres qui doivent être réglables sont principalement : le contraste, la luminosité, la balance des blanc et la correction du gamma.



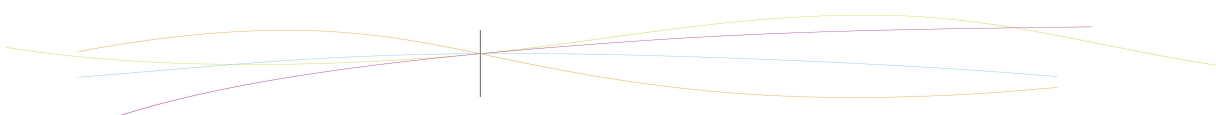
*Isolation du capteur et du circuit imprimé.*



*Support avec l'objectif d'origine retiré par perçage.*



*Webcam finale, adaptée au foyer du télescope.*





### **Installation d'un pare buée sur le télescope :**

→ *Pourquoi de la buée se forme-t-elle ?*

Au cours de la nuit, le sol renvoie une grande partie de la chaleur accumulée durant la journée vers l'atmosphère. Ce refroidissement du sol entraîne une chute de température de la masse d'air voisine. Petit à petit, suite à cette diminution de température ambiante, l'humidité augmente. Pour peu que l'air au contact du sol soit légèrement humide, dès que sa température atteint la température du point de rosée, il y a un phénomène de condensation et formation de rosée. Celle-ci, tombant verticalement, vient se déposer sur le télescope et ensuite sur la lame correctrice ou l'objectif. La solution est donc d'installer un système pour empêcher le dépôt de buée sur l'objectif du télescope. Il existe deux solutions principalement utilisées pour résoudre ce problème :

- Installer une résistance chauffante pour éviter la formation de rosée
- Installer un pare-buée à l'entrée du tube pour que la buée se forme sur le pare-buée et non sur l'objectif.

Dans notre cas nous avons choisi la solution numéro 2 et nous avons adapté un tapis de gym à l'extrémité du tube pour créer notre pare-buée. Cependant il faut prendre en compte l'augmentation de la masse du pare-buée lors de la formation de la rosée, qui a pour conséquence un affaissement de l'objet qui peut alors venir obstruer l'entrée du télescope.

### **Annexe 3**

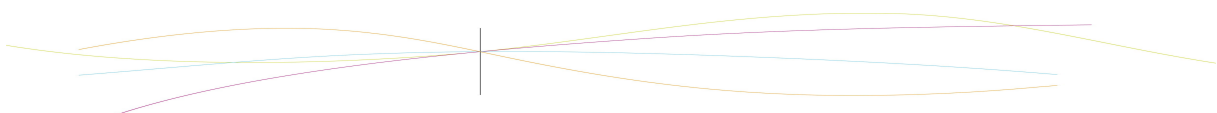
#### ***Photo de notre pare-buée***

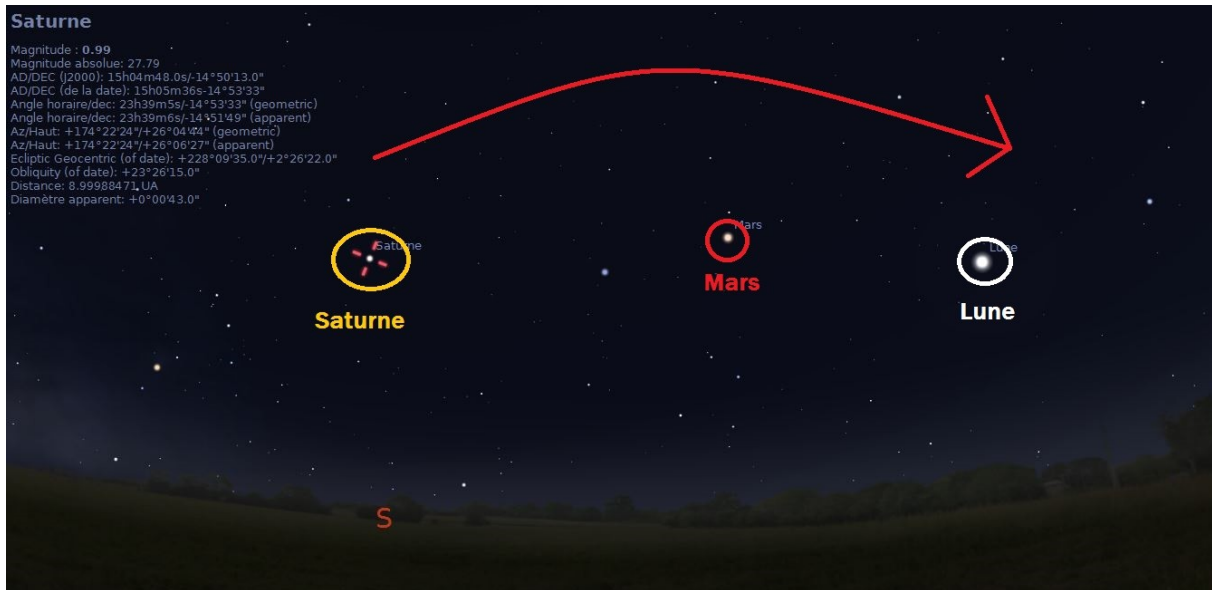
### **3.2.2. Étude des éphémérides et cartes du ciel**

Préparer une soirée d'observation est capital. En effet, la position des cibles à imager est importante et implique de nombreux détails logistiques.

Il faudra par exemple organiser l'ordre des observations en fonction de l'heure de lever et de coucher de chaque cible.

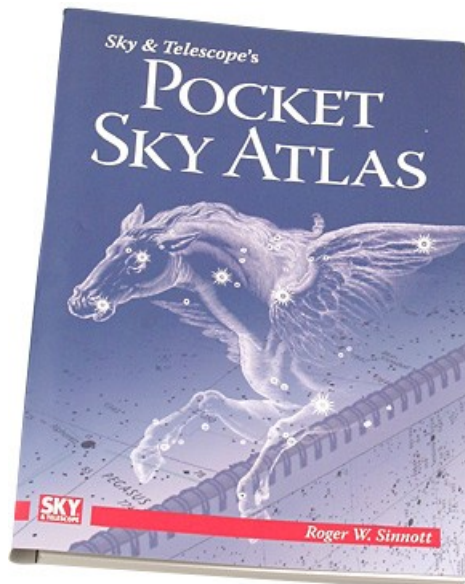
Plus généralement, on aura tendance à négliger les cibles très basses sur l'horizon tout au long de leur passage dans le ciel. En effet, les turbulences atmosphériques empêchent toute image correcte.





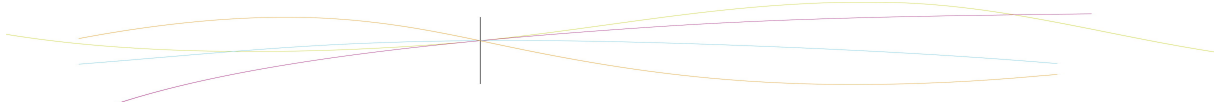
Simulation du ciel à 23h30 lors de notre observation du 05/06/2014. La flèche rouge indique le déplacement apparent du ciel du à la rotation de la Terre. Nous avons donc observé dans l'ordre la Lune, Mars et enfin Saturne.

D'autre part, de nombreuses ressources sont disponibles actuellement pour préparer sa soirée d'observation. Tout d'abord, des livres faisant encore référence sont précieux pour se repérer dans le ciel . Le plus accessible et le plus pratique est sans nul doute le Pocket Sky Atlas (PSA)



Le Pocket Sky Atlas ( PSA )

De plus, de nouveaux moyens sont apparus avec la diffusion des ressources numériques. En effet, plusieurs logiciels de simulation se sont développés et donnent des informations précieuses. L'un des plus répandu est sans nul doute Stellarium qui comporte



de nombreuses fonctionnalités. On peut donc connaître la luminosité, la position et d'autres informations complémentaires concernant une cible que l'on souhaite imager plus tard.



*Simulation de l'atmosphère Jovienne un an après la soutenance de notre projet*

Ainsi, nous avons utilisé principalement le logiciel Stellarium pour organiser nos sorties astronomiques.

### 3.3. Réglage du télescope et observations

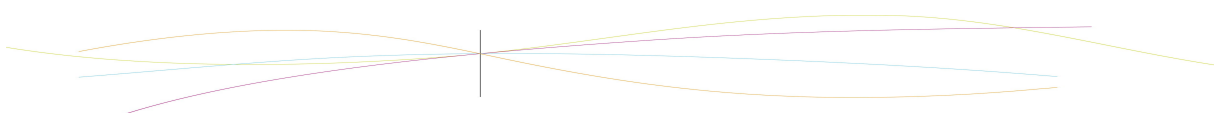
#### 3.3.1. Mise en station

La mise en station constitue les étapes préliminaires nécessaires au bon fonctionnement du suivi offert par la motorisation du télescope.

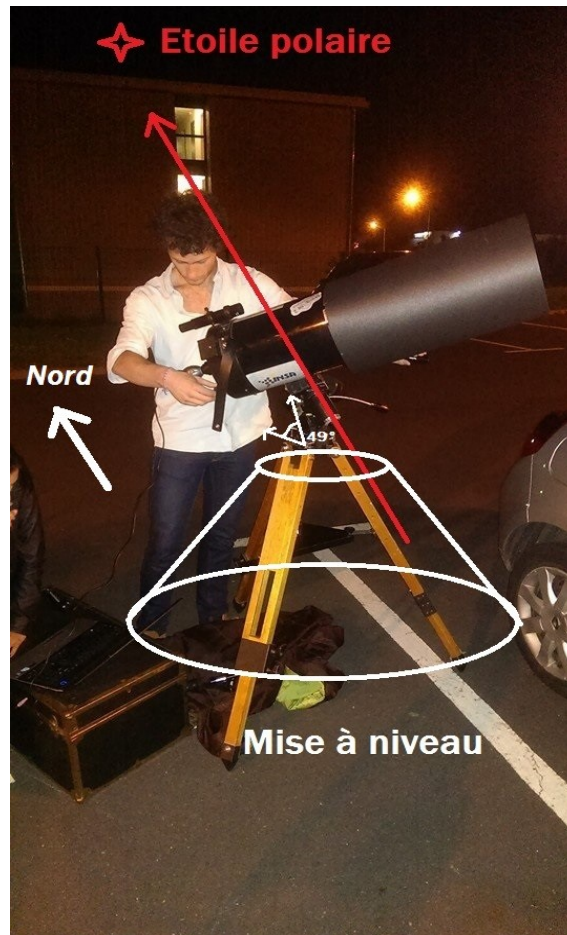
Cette dernière peut s'avérer relativement complexe et fastidieuse . Il s'agit de faire pointer l'axe de déclinaison vers l'étoile polaire. En effet, on considère cette dernière comme l'étoile vers laquelle pointe l'axe de rotation de la Terre. Ainsi, une fois la mise en station réalisée, il suffit de motoriser l'axe de déclinaison à une vitesse adéquate pour obtenir un parfait suivi des étoiles, amortissant le déplacement apparent du ciel dû à la rotation de la Terre.

La mise en station se fait donc en deux temps.

Il faut tout d'abord s'assurer que la base de la monture est parfaitement à niveau par rapport au sol ( c'est à dire parfaitement parallèle ). Pour ce faire on peut s'aider d'un niveau à bulle.



Par la suite, on oriente grossièrement l'axe de déclinaison au nord avec l'axe de rotation azimut. Puis on fait correspondre grâce au cercle de coordonnées, la valeur de la longitude de l'endroit où l'on se trouve sur l'axe de hauteur. Il ne reste plus qu'à affiner la visée avec le viseur polaire, et la mise en station est terminée.

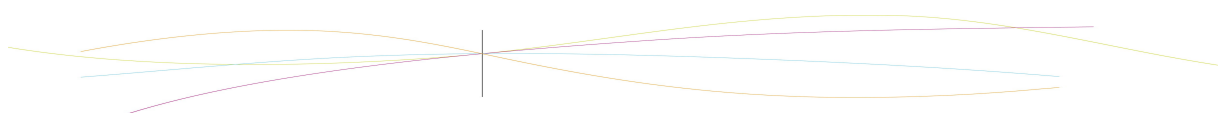


### 3.3.2. Réglage du viseur

Le viseur dont nous disposons est un viseur droit assimilable à une petite lunette et monté sur le côté de l'instrument. Le viseur ou chercheur se règle après que le télescope soit monté.

Le premier réglage consiste à positionner le viseur de telle sorte qu'il soit parallèle au télescope. Cette étape est impérative. On choisit ensuite un oculaire avec un faible grossissement, et sans se préoccuper du chercheur, on vise un point lointain.

Après s'être occupé de la mise au point, et en regardant dans le viseur, on cherche à placer le point visé au centre du réticule: c'est en agissant sur les six vis de notre télescope (il y en a au minimum trois sur un télescope ordinaire) qu'on y procède. Ces opérations peuvent être répétées avec un oculaire ayant un grossissement plus élevé pour des réglages plus précis.





*Exemple de vue à travers un chercheur droit*

### **3.3.3. Le problème de shifting**

Le problème dit de « Shifting » intervient lors de la mise au point.

En effet, lorsque l'on utilise des télescopes comme les Schmidt-Cassegrain, la mise au point se fait par une molette, qui lorsque qu'on la tourne provoque un déplacement du miroir primaire.

Ainsi, dès lors qu'un petit jeu existe lors de ce déplacement, on observe que l'image à l'oculaire se déplace sensiblement. Cette légère variation de position ne pose pas de problème majeur lors d'une observation visuelle. Cependant, quand on pratique l'astrophotographie, l'emploi de très forts grossissements amplifie ce phénomène.

En conséquence, il nous est arrivé lors de la dernière séance d'observation de voir sortir du champ la cible alors que la webcam était en marche.

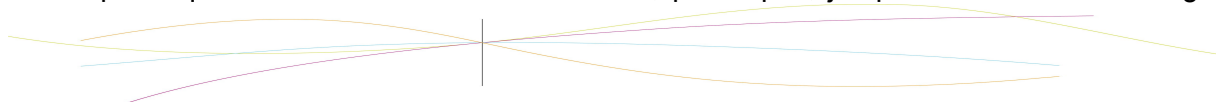
Ce problème extrêmement pénible peut être résolu par l'installation d'un Microfocuseur Crayford, dont le fonctionnement ne sera pas détaillé ici.

## **3.4. Traitement de l'image et résultats**

### **3.4.1. Méthode d'acquisition**

Pendant nos séances de traitement d'images, nous avons utilisé deux logiciels, IRIS et REGISTAX. Ces deux logiciels sont gratuits et spécialisés dans le traitement d'images astronomiques.

Ces derniers ont un grand nombre de fonctionnalités en commun, de plus ils sont tous deux faciles à prendre en main. Cependant, chacun a ses points forts, et ses points faibles. C'est pourquoi nous avons utilisé les deux en parallèle pour pouvoir effectuer le meilleur traitement possible de nos acquisitions. Pour illustrer nos propos, nous allons traiter une capture que nous avons réalisé de la Lune, pas à pas, jusqu'à l'obtention de l'image





finale. On fera aussi quelques exemples sur le traitement de la capture que nous avons fait de Saturne.

Comme décrit précédemment, pour pouvoir acquérir des images, nous avons ajouté à l'extrémité de notre télescope la webcam que nous avons spécialement adapté :



*Préparation de la photographie de la Lune*

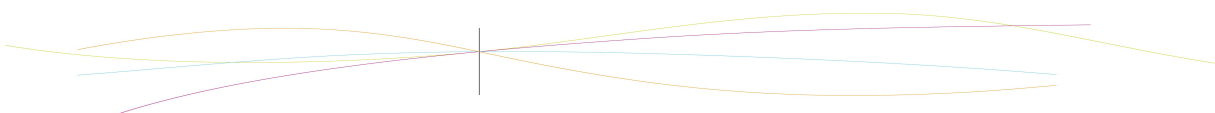
La webcam est reliée directement à l'ordinateur pendant la capture.

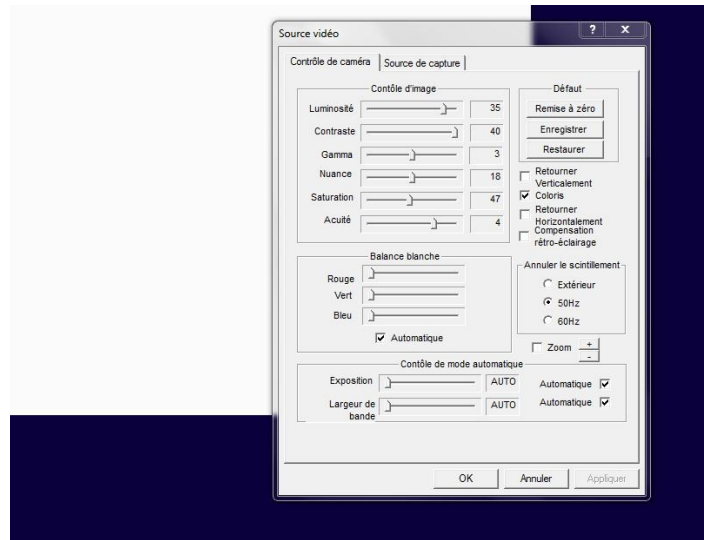
### **3.4.2. Acquisition et Traitement**

#### **Etape 1 : Acquisition sous IRIS.**

Le logiciel IRIS permet de récupérer très facilement des images prises par une webcam branchée sur un port USB. De plus, ce logiciel permet une bonne compatibilité matérielle et permet de reconnaître un très grand nombre de marques de webcam. Le logiciel permet également de régler un grand nombre de paramètres sur la capture de la webcam.

Premièrement on lance une prévisualisation sous IRIS qui nous permet d'avoir une idée de ce qu'enregistre l'appareil, et ainsi sur quoi pointe le télescope. A ce moment là on peut régler sur IRIS les paramètres de la webcam basiques tels que le contraste, la luminosité etc., qui permettent d'ajuster l'image une première fois, comme le montre l'image ci dessous.





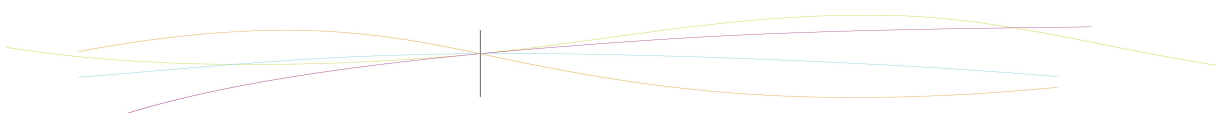
*Paramètres de la webcam via IRIS*

Pour une meilleure image, nous réaliserons par la suite des compilations d'images. C'est pourquoi grâce à IRIS, nous capturons une vidéo avec notre webcam.

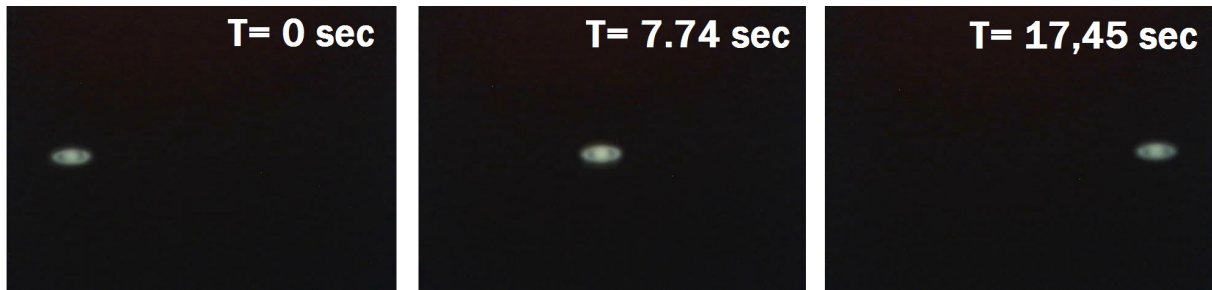
Nous obtenons donc une série d'images, dont l'intervalle entre chaque est égal au taux de rafraîchissement de la vidéo (fps). Ce taux est réglable grâce à IRIS mais il dépend de la puissance de la webcam. En effet notre webcam nous permet de réaliser jusqu'à 15 images par seconde. Ainsi sur IRIS nous pouvons régler le taux de rafraîchissement entre 0 et 15, au delà de 15 images par seconde la webcam n'a pas le temps de prendre des photos supplémentaires. Voici l'image brute que l'on obtient, c'est à dire une image du film.



*Image brute issue d'un film lors de l'acquisition*



De plus, du à la rotation de la Terre, les objets que l'on observe se déplacent. Ainsi lorsque l'on observe Saturne par exemple, on la voit défiler assez rapidement. Les images capturent donc le défilement de l'objet. Après cette acquisition on obtient donc un fichier avi, c'est à dire une vidéo, retraçant le défilement d'un objet.



*Illustration du mouvement apparent de saturne dû à la rotation de la Terre*

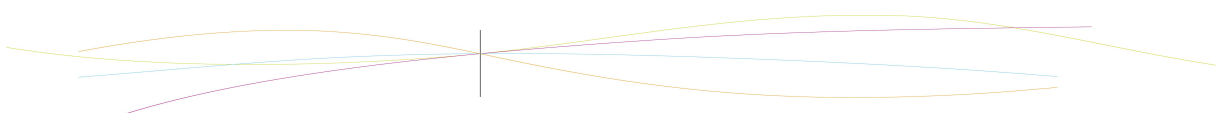
**Etape 2 : Compilation sous REGISTAX**

Sur IRIS, les alignements et compilations se font par des commandes manuelles, tandis que REGISTAX permet un meilleur suivi de l'alignement et de la compilation des images.

Pour pouvoir compiler les images de notre vidéo, il est nécessaire de les recentrer car l'objet présent sur les images n'est pas aligné sur toutes les photos. L'alignement peut se faire manuellement ou automatiquement. REGISTAX permet de faire cet alignement plus facilement et le rendu est bien meilleur.



*Sélection d'une zone référence qui va permettre l'alignement*



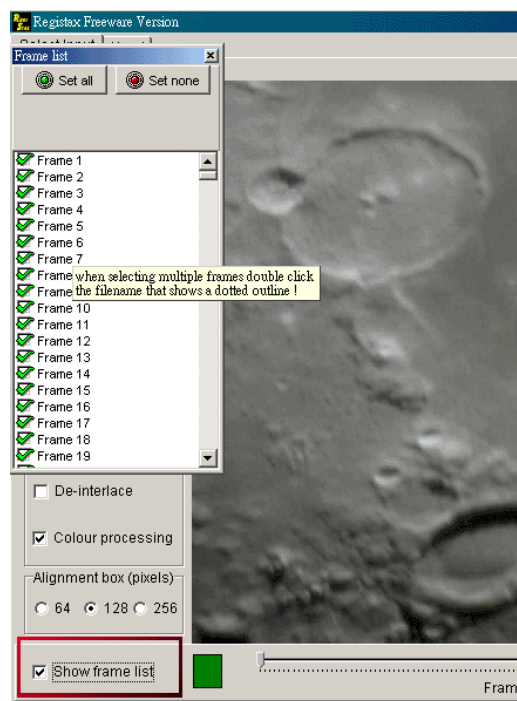


La méthode automatique est en fait une détection instantannée de l'objet à chaque frame (image du fil ). On sélectionne avec un cadre, sur une frame, une zone référence comme montré ci dessus.

Le logiciel détecte alors l'objet sur toutes les autres images, puis on lance la commande « stack ».

La méthode manuelle consiste à indiquer au logiciel la position de l'objet à chaque image, c'est pourquoi la méthode automatique est plus souvent utilisée. Cette dernière nécessite cependant quelques réglages pour que le logiciel suive parfaitement l'objet tout au long des images. En effet grâce à une fonction assez complexe utilisant la transformation de Fourier, il est possible d'indiquer au logiciel un point bien précis qu'il va reconnaître facilement, grâce à des niveaux de couleurs qu'il réalise manuellement.

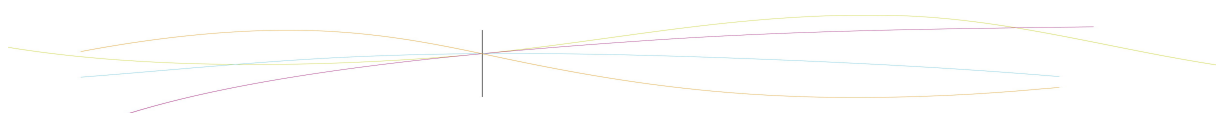
Une fois les images alignées, il faut les compiler pour avoir une seule image finale, de meilleure qualité. Cependant, avant cela il faut retirer les images de mauvaise qualité, c'est à dire des images où le contraste est trop faible ou alors dont les détails sont trop flous. Encore une fois, cela peut se faire manuellement, on sélectionne les images une par une dans la « frame list », ou alors automatiquement, le logiciel va alors sélectionner tout seul les images satisfaisantes.



*Frame List*

Ici encore, la méthode manuelle est laborieuse, surtout que l'on doit regarder chaque image, et que les trier une par une est relativement long.

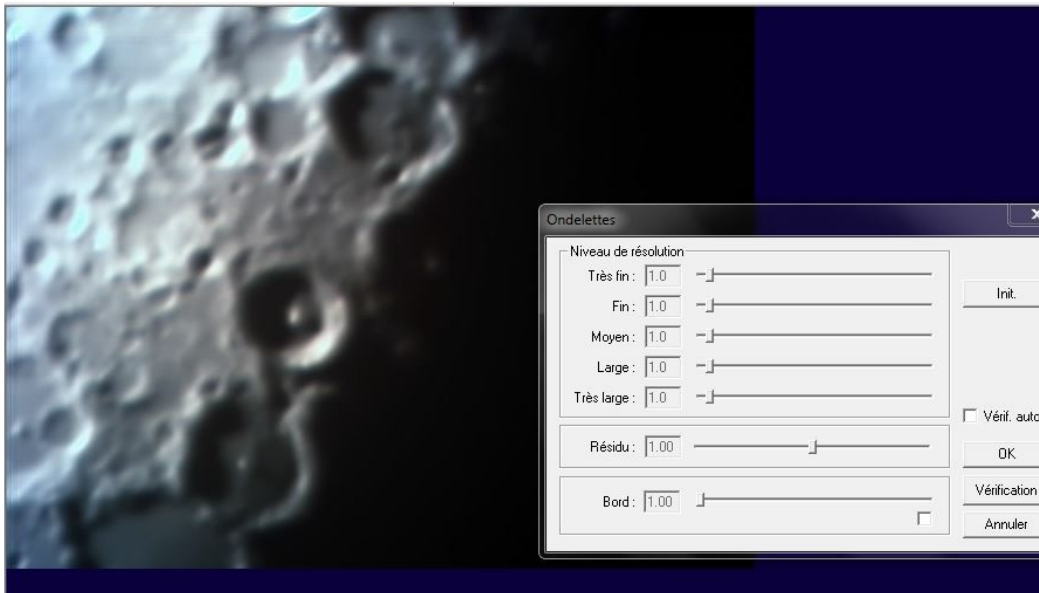
Cependant, sélectionner manuellement permet d'avoir un meilleur contrôle sur les images, et bien souvent, lors de la sélection des images, nous n'en sélectionnons qu'une très faible partie( de 5 à 25 % ). Une fois l'alignement et la sélection effectuées, on peut compiler les images. Voici le résultat de l'alignement et de la compilation de notre capture de la Lune :





*Résultat brut de la compilation des images*

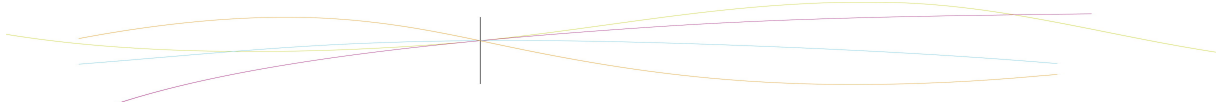
**Etape 3 : Traitements sous IRIS**



*Outil « Ondelettes »*

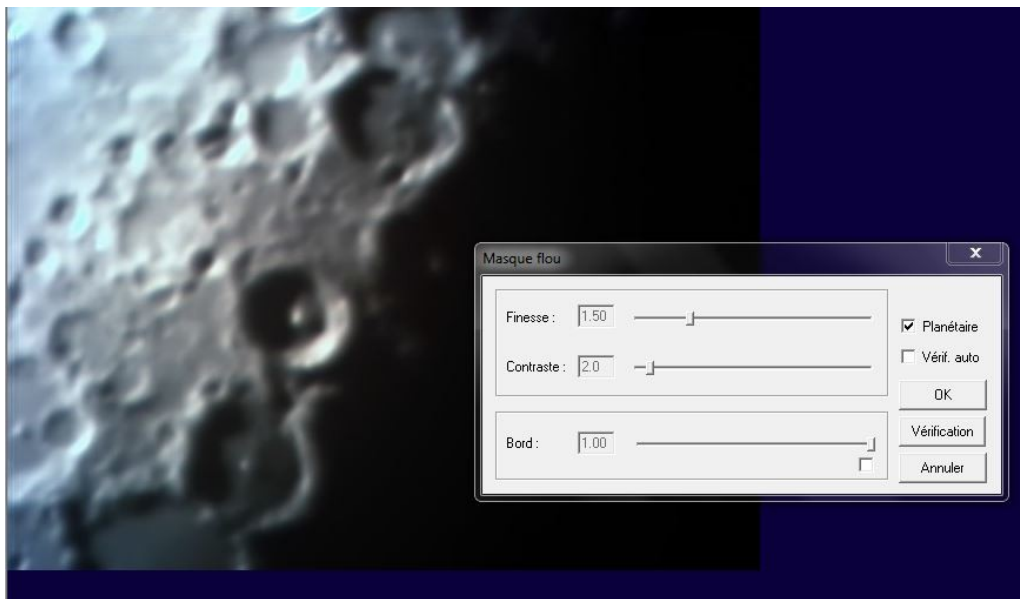
Nous n'avons pour l'instant par encore traité l'image à proprement dit, nous avons juste récupéré le meilleur résultat possible de notre capture. On peut maintenant améliorer cette image. Pour cela nous avons utilisé à nouveau IRIS, car ses traitements d'images sont plus progressifs.

Nous allons utiliser majoritairement les traitements « Ondelettes » et « Masque Flou ». On ouvre premièrement IRIS et on charge l'image obtenue précédemment, dans la



section « Traitement » on choisit ensuite « Ondelettes ». Cette option permet de décomposer l'image en 5 niveaux de contraste, appelés niveaux de résolution, de très fin à très large. Cependant, on utilisera seulement les niveaux moyen et bas, qui sont très souvent efficaces pour traiter les photographies planétaires. Les paramètres de cet outil sont visibles dans la prise d'écran ci dessus .

Par la suite, on utilise des masques, et des filtres, qui emploient le principe de la déconvolution, dont le masque flou qui permet d'ajuster certains détails :



*Outil Masque flou*

Après ces traitements on a souvent des meilleurs détails mais l'image a parfois des petits défauts, on voit apparaître ce qu'on appelle du « grain », que l'on peut considérer comme du bruit, pour combler cela, on utilise un **flou gaussien**, qui va venir adoucir cela, sans flouter l'image. Ce filtre, fonctionnant aussi grâce au principe de la convolution, a comme paramètre une distance. Cette distance représente le rayon du cercle autour de



*Flou Gaussien appliquée à une image avec du grain*

chaque pixel sur lequel le logiciel va effectuer la moyenne des pixels, c'est à dire la moyenne des couleurs des pixels, pour recréer un plus large pixel avec cette couleur moyenne.

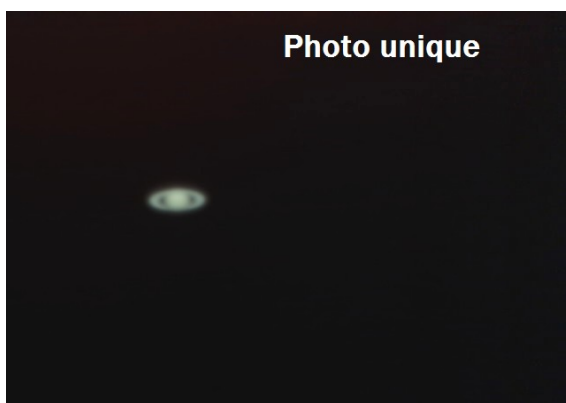
Parfois le flou peut se réaliser avec une ellipse, dans ce cas là on a deux rayons en paramètres. Ainsi, plus le rayon est élevé, plus le flou est prononcé. Mais dans notre cas nous utilisons un petit rayon qui permet seulement de supprimer le grain. Le flou Gaussien est un flou très répandu dans le monde du traitement d'image, il n'est pas réservé à l'astrophotographie.

Voici le résultat final du traitement de notre capture de la Lune.



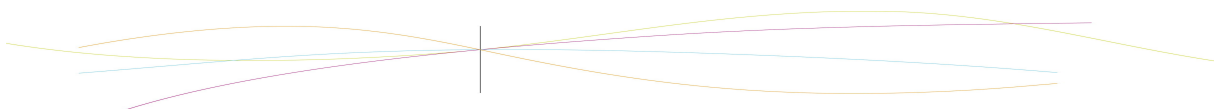
*A gauche : Image brute. A droite : Image traitée*

**Etape 4:Compilation de plusieurs images traitées.**



Pour améliorer encore la qualité de la capture d'un objet dans le ciel, on peut en plus compiler plusieurs photos traitées, c'est à dire les résultats de plusieurs séries de photos prises par la webcam. Ainsi on peut améliorer encore le rendu et avoir encore plus de détails.

Les détails des photos diffèrent selon un grand nombre de critères, l'exposition des planètes, l'état du ciel etc. Pour avoir donc une photo de très bonne qualité d'une planète, on

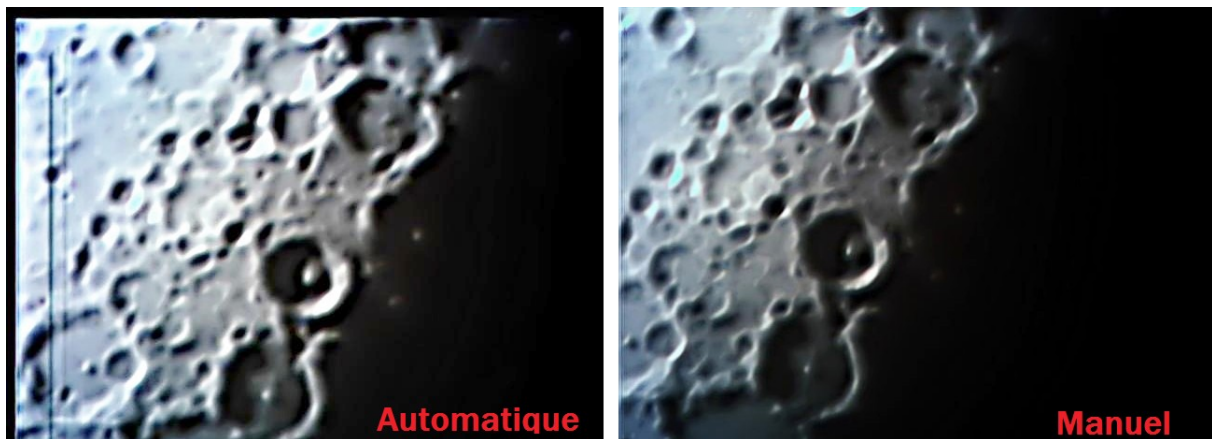




peut réaliser des séries de photos à plusieurs moments de l'observation, compiler chaque série pour obtenir une seule belle photo par série, puis compiler les résultats, pour avoir finalement une belle photo comportant un maximum de détails

### Comparatif méthodes manuelles / méthode automatique.

Pour se rendre compte de la différence entre la méthode manuelle et automatique, nous vous proposons de comparer les images après traitements que nous avons obtenus de la Lune. On pourra ainsi constater les avantages du traitement d'images manuel.



## 4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

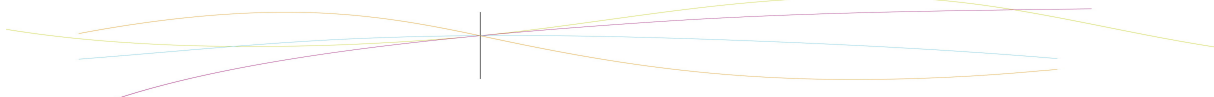
En conclusion, ce projet qui s'annonçait riche en enseignements et découvertes a tenu toutes ses promesses.

Tout d'abord, les premières séances ont été consacrées à la recherche d'un matériel adéquat pour notre travail. Nous nous sommes dans un premier temps attelé à chercher un télescope. Le laboratoire en avait déjà un en sa possession ( Newton 114/900 ), mais la découverte de l'ancien matériel du club astronomie a donné une nouvelle dimension à notre projet.

En effet, pouvoir faire fonctionner du matériel vieux de 22 ans, avec une webcam actuelle sans prétention astronomique, le tout afin de montrer qu'il est possible de faire de l'astrophotographie avec peu de moyens était une perspective excitante !

Par la suite, la recherche d'une webcam du commerce peu onéreuse s'est imposée. On soulignera d'ailleurs que cette recherche s'est poursuivie longtemps après le début des séances sachant que nous avons expérimenté 4 modèles avant d'arriver à nos fins. Notre choix s'est donc porté sur une webcam Y-Tech, d'origine inconnue, vieille de 5 ans et équipée d'un capteur CMOS. Ainsi, nous avons pu expérimenter les capacités de ce type de capteur face aux capteurs CCD plus largement répandus dans le monde de l'astrophotographie.

De plus, nous avons consacré de longues heures, durant les séances et sur d'autres créneaux, pour pouvoir refaire fonctionner ce beau télescope. Cette étape s'est



accompagnée de nombreuses recherches afin de comprendre les mécanismes et les pièces nécessaires aux réparations.

Après ces étapes préparatoires, nous avons enfin pu sortir le matériel dehors, et réaliser ainsi nos premières captures. Vous trouverez dans les **Annexe 4**, **Annexe 5** et **Annexe 6**, les images réalisées lors de nos sorties respectives devant Dumont Durville, à la Résidence ROBESPIERRE et enfin sur le parking de la résidence des CATELIERS .

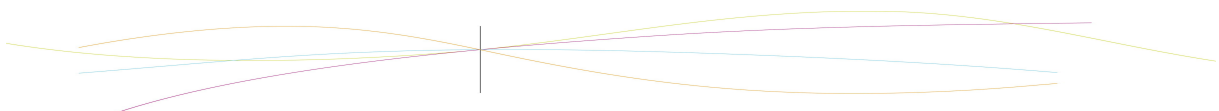
Ces sorties ont été ponctuées par des anecdotes, comme par exemple la visite de trois agents de la Brigade Anti-Criminelle (BAC). Ces derniers ont observé avec nous durant une heure et demi. Nous avons pu ainsi leur présenter notre projet, et leur faire découvrir le ciel.

Concernant les apports sur le plan personnel de ce projet, on peut tout d'abord dire que chacun a su tirer des enseignements de ce travail.

Tout d'abord, nous avons encore pu améliorer nos capacités à travailler et à communiquer au sein d'un groupe. D'autre part, le fait que tout le monde ait travaillé sur l'ensemble des aspects du projet nous a permis à tous d'avoir un vrai recul sur nos résultats et sur nos démarches.

De plus, ce projet comportait aussi une dimension enrichissante avec la découverte du ciel nocturne et des pratiques en astronomie plus généralement. En conséquence, chacun a amélioré sa connaissance du ciel.

Pour conclure, ce travail a confirmé l'intention d' Antoine FOLLAIN de relancer l'année prochaine le Club d'Astronomie de l' INSA de ROUEN , et ainsi de remettre en état tout ce beau beau matériel qui n'attend que de revoir le ciel...



## 5. BIBLIOGRAPHIE

### 1. Introduction

[1] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Astrophotographie> (valide à la date du 12/06/2014).

[2] [http://www.histoire-image.org/site/etude\\_comp/etude\\_comp\\_detail.php?i=651](http://www.histoire-image.org/site/etude_comp/etude_comp_detail.php?i=651) (valide à la date du (12/06/14)

### **[3] Photos prises sur les sites suivant :**

- <http://www.astro-vevey.ch/sahl-astrophoto-argentique.php>
- <http://www.astrosurf.com/toussaint/dossiers/lesplanetes/jupiter/jupiter5.htm>
- <http://astrobug.free.fr/>
- <http://mbsastronomy.com/>

### **3.1.2. Présentation des différentes montures**

[4] Images prises sur les sites :

<http://www.astropleiades.fr/pages/l-observation-du-ciel/les-montures/la-monture-azimutale.html> (valide au 12/06/14)

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vixen\\_GP-DX\\_equatorial\\_mount.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vixen_GP-DX_equatorial_mount.jpg) (valide au 12/06/14)

### **3.2.1. Préparation générale du matériel**

[4] <http://www.astrosurf.com/william/webcam.htm> (valide au 12/06/14)

[5] [http://www.astrosurf.com/wack-regards/lutter\\_contre\\_la\\_buee.htm](http://www.astrosurf.com/wack-regards/lutter_contre_la_buee.htm) (valide au 12/06/14)

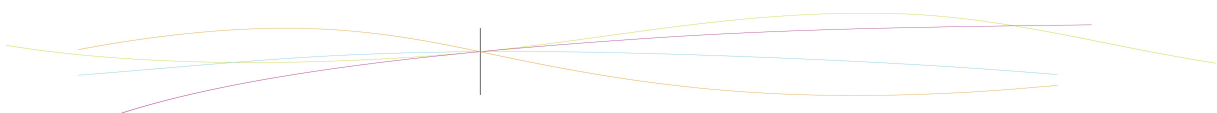
### **3.2.2. Étude des éphémérides et des cartes du ciel**

[6] Images prises sur <http://astronome.fr/> (valide au 12/06/14)

[7] Simulation réalisée sur le logiciel libre Stellarium ([www.stellarium.org/fr/](http://www.stellarium.org/fr/))

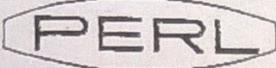
### **3.3.2 Réglage du viseur**

[8] Exemple d'une vue dans un chercheur <http://44270.free.fr/10chercheur/chercheur.htm>



6. ANNEXES

Annexe 1 : Facture du télescope



Instruments d'optique  
Matériel d'importation  
EXPOSITION  
COMMANDES-CORRESPONDANCE

57, Avenue Président-Doumer  
200 VICHY - Téléphone : 70 98 28 50  
Télex : 990802

**FACTURE PAYÉE LE :**  
17 NOV. 1992

**médas S.B.**  
AU CAPITAL DE 1.344.000 F.

Siège Social : 22, rue Georges-Clemenceau - B.P. 181  
03206 VICHY Cedex  
Tél. 70 98 46 78 - Télécopie 70 31 89 31

R.C.S. Cassel-Vichy 8 875 820 661  
BIRET 875 820 661 00066 - APE 8444  
C.C.P. 436-46 Y Clermont-Ferrand

## FACTURE

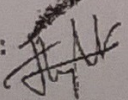
ADRESSE

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES  
APPLIQUEES DE ROUEN  
PLACE E. BLONDEL B.P 8  
76131 MONT SAINT AIGNAN CEDEX  
OCIÉTAIRE

ADRESSE

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES  
APPLIQUEES DE ROUEN  
PLACE E. BLONDEL B.P 8.  
76131 MONT SAINT AIGNAN CEDEX

ITE	N° FACT./AVOIR	N° CLIENT	REP.	RÉFÉRENCE COMMANDE	DATE CDE	DATE EXP.	MODE EXPÉDITION
9/92	90108	9920003	00	Commande n° 5514 CDE 3226	10/07/92.	02/09/92	SNCF

QUANTITE	DESIGNATION	QUANTITE		Prix Unitaire Brut	P. U. Net	MONTANT H.T.	T.V.A.
		Comptable	Lot				
50	A L'ATTENTION DE MR LENGART CREDIT SHELL COMMANDE N° 3226  BON LIVRAIS. 205296 DU 020992 C.C.D ST6 N°619231134.  (exp. faite avec CELESTRON) COMMANDE SOLDEE  Certifié service fait  Le : Signature : 	1	1	21627,00	21627,00	21627,00	2

AL	MONTANT H.T.	T.V.A.	BASE T.V.A.	TAUX	MONTANT T.V.A.	TOTAL T.V.A.	EXONÉRE	NET A PAYER
INDISES	21627,00	2	21697,56	18,60	4035,75	4035,75		25733,31
ANCE	70,56							

Règ par chèque.

Valr au verso riae conditions générales.



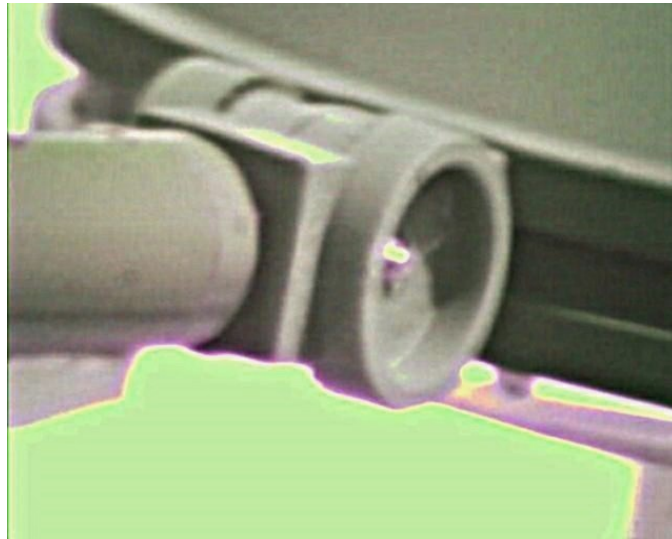
**Annexe 2** : L'habitante surprise du télescope



**Annexe 3** : Photo du pare-buée



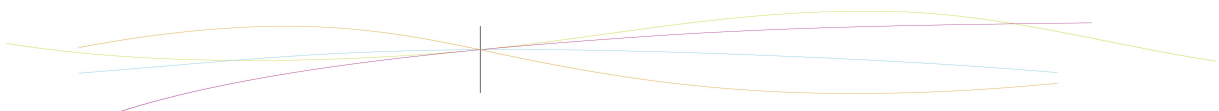
**Annexe 4 :** Résultat de premiers tests de la webcam et sortie devant Dumont Durville



*Attache d'un panneau situé à 50m*



*Vue de la fenêtre du laboratoire, avec visée d'une antenne...*



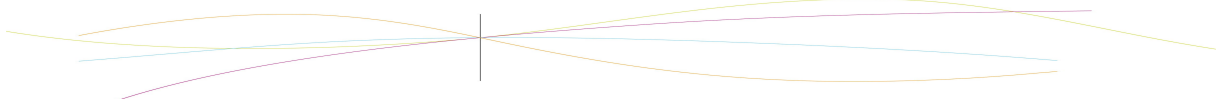


*... Et l'image obtenue.*

**Annexe 5**: Sortie à Robespierre



*Notre photo de Saturne,  
3x20sec de film + compilation des images unitaires.*





*Comparaison de notre photo avec une autre réalisée par un professionnel au Pic du Midi.*

**Annexe 6** : Sortie au Cateliers

*Le cratère Clavius*

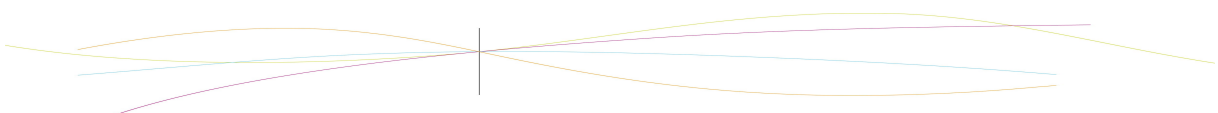




*Les Alpes*



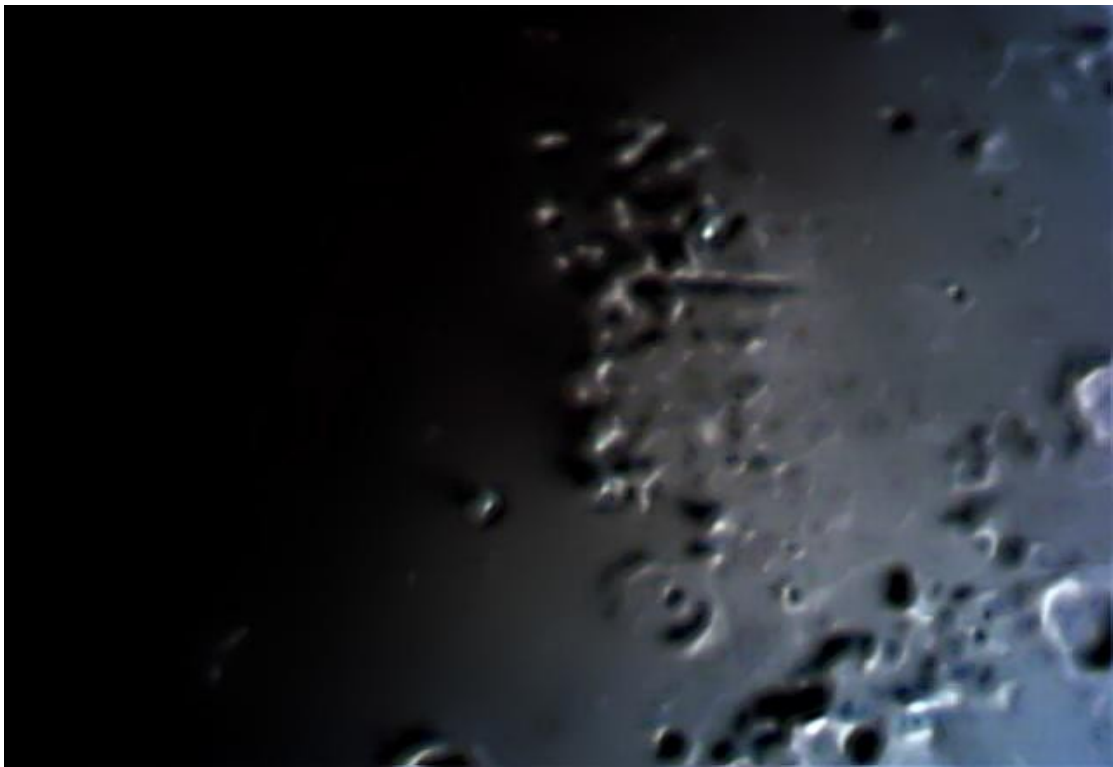
*Pôle Sud*



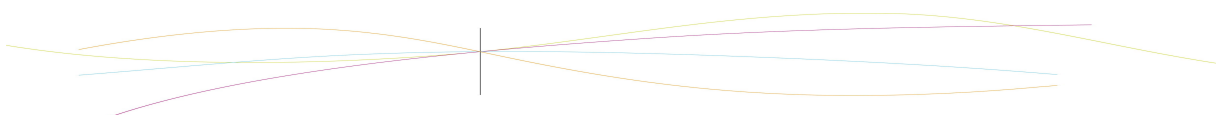




*Le golf des Iris*



*Le Mur Droit*





*Le cratère Copernic*

