Cahier pédagogique

Plan d'équipement

« ASTRO à l'École »

Table des matières

Partie 1 - Activités 12

Cratères dans le système solaire 13

Notions et compétences requises : 13

Objectif : 13

Finalité : 13

Niveau technique : 13

Notions et compétences à acquérir : 13

Equipement et logiciels requis : 14

Données mises à disposition : 14

Etapes : 14

1-Mise en place du « problème »: 14

2-Démarche d'investigation : 15

3-Des prolongements possibles 19

Précautions : 20

Prolongements : 20

Quelques liens utiles : 21

Des définitions : 21

Bibliographie et références : 21

Sujets connexes : 21

Introduction à la spectroscopie, les raies de Fraunhofer à portée de main 22

Situation déclenchante : 22

Problème : 22

Etapes : 22

Compétences/capacités 22

Prérequis 22

Un petit historique rapide : 23

1- Décomposition par un prisme. 23

2- Décomposition par un réseau. 24

3- Fabrication d'un spectroscope à main. 24

Prolongements et exploitation possible : 26

Sujets Connexes : 26

La rotation du Soleil 27

Description de l'activité : 27

Problème : Comment observer et mesurer la rotation du Soleil ? 27

Compétences/capacités 27

Prérequis 27
Objectifs : 27
Finalité : 27
Cadre de l'activité : 27
Notions et compétences à acquérir : 27
Etape N°1 : Réalisation de la vidéo. 28
Etape N°2 : De l'analyse des positions des différentes taches solaires à la rotation du Soleil. 29
Liens utiles : 34
Le cherche Etoile 35
Description de l'activité : 35
Compétences/capacités 35
Prérequis 35
Objectifs 35
Finalité : 35
Cadre de l'activité : 35
Etapes 37
1- Préparation et présentation du «cache ciel » à imprimer sur un transparent 37
2- Préparation de la règle de déclinaison à imprimer sur un transparent. 37
3- Préparation de la carte du ciel à imprimer sur feuille cartonnée 38
4- Le Nord trouvé, lever le cherche étoile au-dessus de votre tête, Nord contre Nord pour lire la carte. 40
Quelques liens utiles (sites fiables, institutionnels avec une adresse pérenne) : 45
Bibliographie et références : 45
Prolongements : 45
Comment mesurer le diamètre d'un cratère lunaire? 46
But: 46
Principe: 46
Technique: 46
Exemple de mesure : 46
Problème n°2: 47
Champs disciplinaires 49
Matériel nécessaire: 49
Comment peser une planète comme Jupiter ou Saturne? 50
But: 50
Capture des images: 50
Traitement des mesures: 51

Matériel nécessaire: 53
L'orbite de la Lune autour de la Terre est-elle circulaire? 54
Objectif 54
Matériel nécessaire: 54
Principe: 54
Exploitation 55
Comment comprendre les phases de la Lune et ses mouvements? 56
Objectif: 56
Observation: 56
Annexes: 59
1/ Peut-on savoir vers quelle heure ce cliché a été pris (hémisphère Nord)? 59
2/ Que symbolise cette enseigne? 60
Comment trouver un objet du ciel profond avec un télescope, sans pointage automatique? 62
Introduction 62
Accessoires indispensables pour débuter: 62
En été: 62
M13, l'amas d'hercule 62
En hiver: 69
En automne: 70
Au printemps: 72
Dernier exemple: 74
Comment observer les satellites artificiels? 76
Introduction 76
1- Comment reconnaître un satellite artificiel dans le ciel? 76
2- Sont-ils faciles à photographier? 77
3- Peut-on faire un peu de science avec les satellites? 78
Matériel nécessaire: 81
Etude des étoiles variables de type RR LYRAE 82
Notions et compétences requises : 82
Objectifs : 82
Finalité : 82
Notions et compétences à acquérir : 83
Exercices préparatoires possibles : 83
Equipement et logiciels requis : 83
Etapes : 83
1- Préparer les observations : 83

2- Acquisition d'une série d'images 87
3- Calibration des images 87
4- Photométrie différentielle 88
Quelques liens utiles : 91
Prolongements possibles : 92
Sujets connexes : 92
Mise en évidence d'une exo planète par la méthode du transit 93
Notions et compétences requises au préalable : (non détaillée dans cette fiche) 93
Objectifs : 93
Finalité : 93
Public: 93
Difficulté: 93
Notions et compétences à acquérir : 93
Exercices préparatoires possibles : 94
Equipement et logiciels requis : 94
Déroulement, progression possible: 94
1- Préparer les observations : 94
2- Acquisition d'une série d'images 97
3- Calibration des images: 98
4- Photométrie différentielle 98
5- Publication des résultats: 101
Quelques liens utiles : ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Observer et comprendre la rétrogradation de Mars : 103
PARTIE 1: 103
Notions et compétences requises au préalable : 103
Objectifs : 103
Finalité : 103
Public: 103
Difficulté: 103
Notions et compétences à acquérir : 103
Logiciels requis : 103
PARTIE 2: Déroulement, progression possible: 104
1 Observer le phénomène à l'aide de Stellarium 104
2 Proposer des hypothèses : 104
3 Comprendre le phénomène à partir du modèle héliocentrique: 104
Quelques liens utiles : 105

Partie 2 - Tutoriels 109
Réaliser et traiter des spectres avec un StarAnalyser 110
Compétences et capacités requises 110
Prérequis 110
Objectifs : 110
Finalité : 110
Cadre de l'activité : 111
Etapes 111
1- Les spectres avec le Staranalyser : 111
2- Le traitement sous Audela. 112
Prolongement et exploitation possibles : 130
Sujets Connexes : 130
Sitographie : 130
Utilisation du logiciel libre Stellarium 131
Compétences/capacités 131
Prérequis 131
Objectifs 131
Finalité : 131
Cadre de l'activité : 131
Démarrer le Logiciel 131
1- Aperçu rapide des commandes principales du logiciel. 132
2- Informations sur les objets pointés. 134
3- Préparer sa soirée. 135
Exercices d'applications : 137
1- Mouvement des planètes. 137
2- Observations des satellites de Jupiter comme Galilée en 1609 137
Liens utiles : 139
Bibliographie : 139
Sujets connexes : 139
Réaliser et exploiter un filé d'étoiles 140
Notions et compétences requises : 140
Objectifs : 140
Finalité : 140
Cadre de l'activité : 140
Niveau technique : 140
Notions et compétences à acquérir : 140

Equipement et logiciels requis : 141
-Un trépied d'appareil photographique. 141
Données mises à disposition : 141
Etapes : 141
1-Choix de la période de lunaison: 141
2-Choix du lieu : 142
3-Acquisition des images : 143
4-Réalisation du filé d'étoiles avec StarMax 146
-Qu'observe-t-on sur un filé d'étoile ? A quoi cela est-il dû ? 149
Sujets connexes : 149
Imager la Lune et les planètes avec un APN. 150
Notions et compétences requises : 150
Objectifs : 150
Finalité : 150
Cadre de l'activité : 150
Niveau technique : 150
Notions et compétences à acquérir : 150
Exercices préparatoires possibles : 151
Equipement et logiciels requis : 151
Données mises à disposition : 152
Etapes : 152
Acquisition des données : Réalisation de vidéos utilisant un télescope et un APN. 152
Traitement des données : Obtention d'images à partir d'une vidéo et du logiciel Registax. 155
-Cliquez sur le bouton « Align » : 156
Précautions : 158
Quelques liens utiles : 158
Prolongements : 158
Réaliser un time lapse 160
Notions et compétences requises : 160
Objectif : 160
Finalité : 160
Cadre de l'activité : 160
Niveau technique : 160
Notions et compétences à acquérir : 160
Exercices préparatoires possibles : 161
Equipement et logiciels requis : 161

Données mises à disposition : 162
Etapes : 162
1-Composition du plan: 162
2-Acquisition des images : 162
3-Réalisation du TIME LAPSE avec VirtualDub 165
Précautions : 171
Prolongements : 171
Marche à suivre pour la calibration des images 172
Préalables 172
Configurer le logiciel : 172
ETAPE 1 172
ETAPE 2 173
1) Synthétiser les « superdarks » 174
2) Synthétiser les « superflats » 176
Annexe 179
Astrophotographie longue pose (APN) 182
Notions et compétences requises : 182
Objectifs : 182
Finalité : 182
Notions et compétences à acquérir : 182
Exercices préparatoires possibles : 183
Equipement et logiciels requis : 183
Etapes : 185
1- Préalables aux prises de vues 185
2- Installation et réglage de l'équipement 192
3- Acquisition des images 194
4- Traitement des images 194
Bibliographie et références : 194
Sujets connexes : 195
Tutoriel Astromatos 196
Introduction : 196
Plan de la fiche : 196
ETAPE 1 : Paramétrer le logiciel : 196
Etape 2 Lancer le logiciel pour connaitre le champ photographié ou visible à l'oculaire : 197
Etape 3 : Utiliser le logiciel en mode planetarium : préparer sa nuit d'observation : 199
Tutoriel Collimation 202

Introduction:..... 202
PARTIE 1: Estimer la collimation de son télescope: 202
PARTIE 2: Collimater le télescope : Elle se déroule en 2 étapes: 203
Etape 1: On vise une étoile et on défocalise. 203
Pour permettre le centrage il suffit de tourner les vis du miroir secondaire...cette photo montre un C8 astro à l'école équipé de vis spéciales permettant de tourner ces vis à la main.(Vis Bob's Knobs pour Celestron)..... 203
Etape 2: : Collimation finale avec une étoile focalisée:..... 204
Tutoriel Trichotomie..... 206
Introduction:..... 206
Matériel nécessaire : 207
Compétences requises : 207
Tutoriel Avistack..... 210
Introduction :..... 210
Source :..... 210
Utilisation du logiciel : 210
Mise en station HEQ5- EQ6 214
Introduction :..... 214
Etape 1 : Vérifier le bon alignement du viseur polaire dans l'axe de la monture :..... 214
Etape 2 : Placer le repère de l'étoile polaire en position verticale 215
Etape 3 : Mise en station de la monture :..... 218
Quelques conseils :..... 219
Tutoriel : pilotage de la monture par ordinateur..... 221
Introduction:..... 221
Etape 1 :..... 223
Etape 2 :..... 224
Etape 3 :..... 225
Etape 4 :..... 225
Etape 5 :..... 227
Etape 6 :..... 228
Etape 7 :..... 229
FIN 234

Auteurs

Comment mesurer le diamètre d'un cratère lunaire?

Comment peser une planète comme Jupiter ou Saturne?

L'orbite de la Lune autour de la Terre est-elle circulaire?

Comment comprendre les phases de la Lune?

Comment trouver un objet du ciel profond avec un télescope, sans pointage automatique?

Comment observer les satellites artificiels?

Philippe Bœuf, professeur de physique-chimie, académie de Montpellier

Tutoriel Astromatos

Tutoriel Collimation

Tutoriel Trichotomie

Tutoriel Avistack

Tutoriel mise en station

Tutoriel pilotage

Mise en évidence d'une exo planète par la méthode du transit

Rétrogradation

Nicolas Esseiva, professeur de sciences de la vie et de la terre, académie de Besançon

Cratères dans le système solaire

Réaliser et exploiter un filé d'étoiles

Imager la Lune et les planètes avec un APN

Réaliser un time lapse

Joël Petit, professeur de physique-chimie, académie d'Orléans

Utilisation du logiciel libre Stellarium

Réaliser et traiter des spectres avec un StarAnalyser (SA)

Introduction à la spectroscopie, les raies de Fraunhofer à portée de main

La rotation du Soleil

Le cherche Etoile

Bertrand Stortz, professeur de physique-chimie, académie de Montpellier

Etudes des étoiles variables de type RR LYRAE

Marche à suivre pour la calibration des images

Astrophotographie longue pose (APN)

Jean Strajnic, professeur de philosophie, académie d'Aix-Marseille

Coordination, relecture et expertise scientifique

Gilles Remy, PRAG, Université d'Evry (relecture des fiches : Introduction à la spectroscopie, les raies de Fraunhofer à portée de main ; Comment peser une planète comme Jupiter ou Saturne?; Comment comprendre les phases de la Lune?; Mise en évidence d'une exo planète par la méthode du transit ; Utilisation du logiciel libre Stellarium)

Claire Bonnoit-Chevalier, professeur de physique-chimie, cellule de ressources de « Sciences à l'École » (coordination)

Partie 1 - Activités

Cratères dans le système solaire

Pratiquer une démarche scientifique autour du thème de la formation des cratères sur la Lune.

Tel Galilée au 17ème siècle, l'observation au travers d'un télescope ou d'une lunette des reliefs et cratères lunaires reste pour beaucoup un événement marquant et interrogeant. Marquant par la beauté et la diversité des observations faites mais également interrogeant par leurs origines. De nombreuses questions, ayant animées le monde scientifique par le passé peuvent alors germer. C'est sur certaines de ces questions que cette fiche propose de faire travailler les élèves.

Notions et compétences requises :

- S'informer, savoir mener une petite recherche documentaire seul.
- Faire preuve d'esprit critique.
- Réaliser une expérience mettant en œuvre un protocole simple (5 à 6 étapes)
- Rédiger un court texte cohérent et ponctué.

Objectif :

Mener une démarche scientifique (observer, émettre une hypothèse, expérimenter, rédiger un petit compte-rendu d'expérience, confronter des résultats expérimentaux à une hypothèse, etc.) autour de l'astronomie.

Finalité :

- Répondre à diverses questions telles que : Quelle est l'origine des cratères sur la Lune ? A quoi sont-ils dus ?
- Y a-t-il vraiment des mers sur la Lune ? Quelle est l'origine des cratères présents sur Terre ?
- Cadre de l'activité : Dans le cadre d'un club astronomie. 10 élèves de la 5° à la 3°. 1 heure hebdomadaire au collège. 4 à 5 sorties d'observations sur l'année.

Niveau technique : initiation

Notions et compétences à acquérir :

Notions :

- Comprendre la formation d'un cratère d'origine volcanique.
- Comprendre le principe de formation des « Mers » lunaires.
- Comprendre le principe de formation d'un cratère d'impact et les différents paramètres qui influent sur sa formation.
- Comprendre la notion de modèle scientifique.

Compétences :

- Mener une démarche scientifique.
- Mener des recherches documentaires de manière autonome.
- Émettre une hypothèse.
- Réaliser des expériences simples.
- Faire preuve d'esprit critique.
- Rédiger de petits compte-rendus d'expérience.

Equipement et logiciels requis :

-Un télescope ou une lunette permettant d'observer et /ou imager les détails de la surface lunaire.
-Un dispositif d'acquisition d'image (appareil photo, caméra, etc.)
-Divers matériels permettant de réaliser des expériences afin de comprendre la formation des cratères volcaniques ou des cratères d'impact (matériels détaillés par la suite).
-Logiciel de montage vidéo (si les expériences sont filmées dans le but de réaliser de petits films par la suite).
-Logiciel de traitement d'images (photofiltre par exemple).

Données mises à disposition : Diverses images (sol lunaire et dispositifs expérimentaux).

Etapes :

1-Mise en place du « problème »:

Plusieurs possibilités s'offrent pour la mise en place du problème. Le but est de faire observer les cratères lunaires aux élèves afin de **les faire s'interroger sur la nature et l'origine de ceux-ci**.

-Lors d'une soirée d'observations :

Celle-ci pourra être choisie, par exemple, aux environs d'un premier croissant ou d'un premier quartier de Lune afin de pouvoir observer des reliefs variés.

Un simple télescope (ou une petite lunette) sur trépied et une mise en station approximative sont suffisants pour observer la Lune.

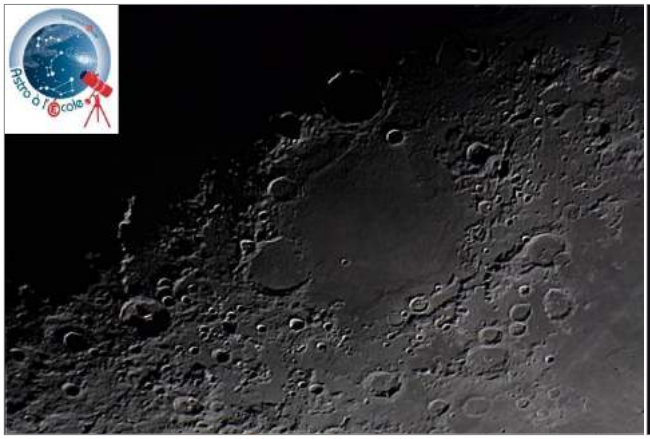
Pour imager la Lune ou certains de ses détails, cela sera d'autant plus simple que la mise en station sera soignée.

Plus la Lune est lumineuse, plus le temps de pose est court. L'observation un soir de Pleine Lune est à éviter : même si la Lune est alors très lumineuse, les reliefs sont fortement « amoindris » du fait de l'angle d'observation.

La réalisation d'images de la Lune peut-être plus ou moins « technique ». De la prise par projection à l'acquisition d'une petite vidéo traitée à l'aide d'un logiciel en passant par la réalisation de photographie au foyer de l'instrument (voir fiche acquérir des images de la Lune et des planètes).

-A partir d'une image ou d'une série d'images :

Une image ou une série d'images telles que celles-ci :

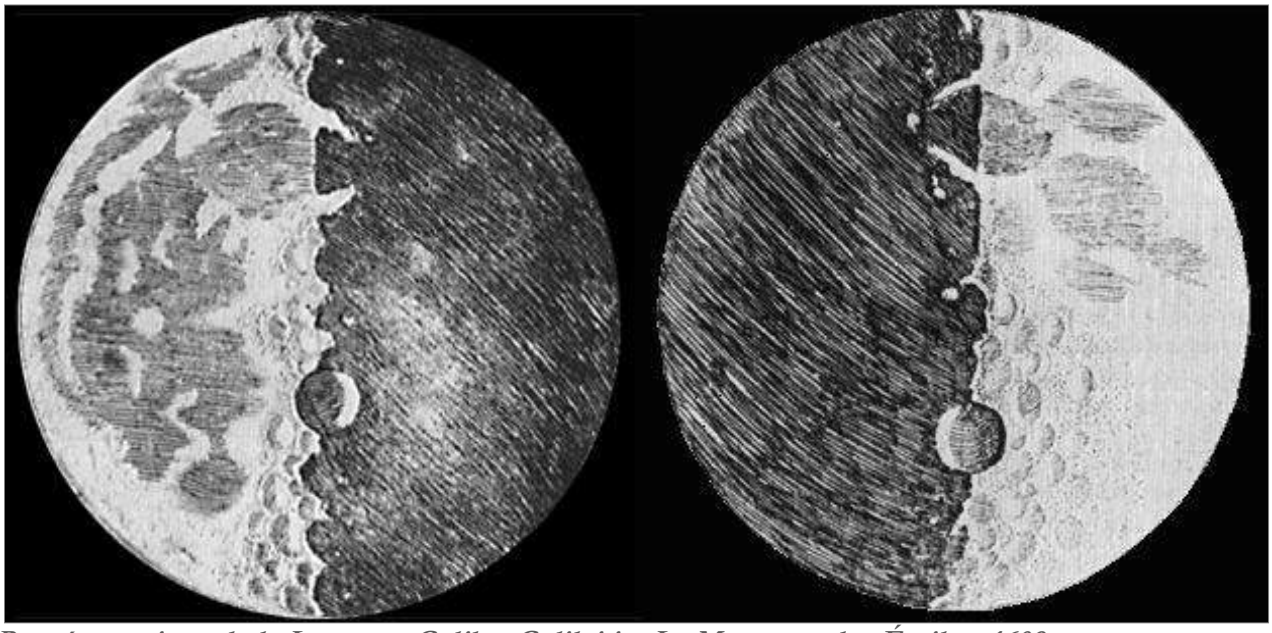


D'autres images sont téléchargeables sur le site d' « ASTRO à l'École ».

-A partir de l'étude d'un extrait de texte historique :

« De leur examen maintes fois réitéré, nous avons déduit que nous pouvons discerner avec certitude que la surface de la Lune n'est pas parfaitement polie, uniforme et très exactement sphérique, comme une armée de philosophes l'ont cru, d'elle et des autres corps célestes, mais au contraire inégale, accidentée, constituée de cavités et de protubérances (...) »

(Galileo Galilei in Le Messager des Étoiles, 1609)



Représentations de la Lune par Galileo Galilei in Le Messager des Étoiles, 1609

2-Démarche d'investigation :

Lors de l'observation de la Lune à l'aide d'un télescope ou d'une lunette astronomique ou à l'aide d'images ou du texte « historique » précédents, les élèves peuvent être questionnés sur la nature de ce qu'ils observent, des différents reliefs visibles (montagnes, cratères, plaines, « mers », etc .). Il est alors possible de les orienter vers un des reliefs caractéristique du sol lunaire : les cratères et de les questionner sur les origines possibles de ceux-ci.

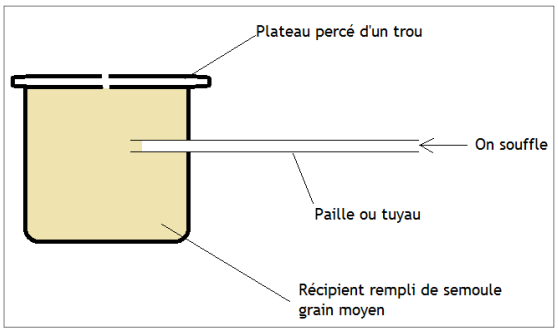
Ce travail d'appropriation du problème peut aboutir à deux principales hypothèses proposées par les élèves :

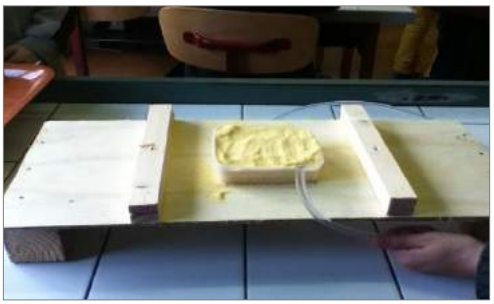
HYPOTHESE n°1 : Les cratères observés sur la Lune ont une origine volcanique.

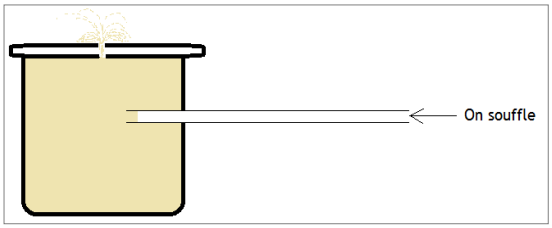
Afin de mieux appréhender cette hypothèse et ses conséquences, les élèves peuvent effectuer **diverses recherches** sur le principe de formation d'un cratère d'origine volcanique et sur les éruptions volcaniques en général.

Une **expérience modélisant** la formation d'un cratère volcanique peut également être proposée :

Schémas et photographies :







Astuces : Prendre de la semoule de taille moyenne et ne pas trop la tasser !

Observations :

Les cratères ainsi formés ont une topologie positive : ils sont au sommet d'un édifice (le « cône volcanique ») formé par les produits éruptifs.

D'autre part, la formation de tels édifices nécessite un mécanisme plus ou moins « explosif » : Il faut mettre fortement le magma (la semoule) sous pression pour former un cône volcanique surmonté d'un cratère.

Confrontation avec l'hypothèse :

Les cratères volcaniques apparaissent au sommet d'un édifice formé par la remontée de produits éruptifs dans des mécanismes plus ou moins « explosifs ». Les cratères ainsi formés ont une topologie positive.

Ce n'est pas du tout le type de cratères que nous pouvons observer sur la Lune : Les cratères observés sur la Lune ont un topologie négative et sont « creusés » dans le sol lunaire.

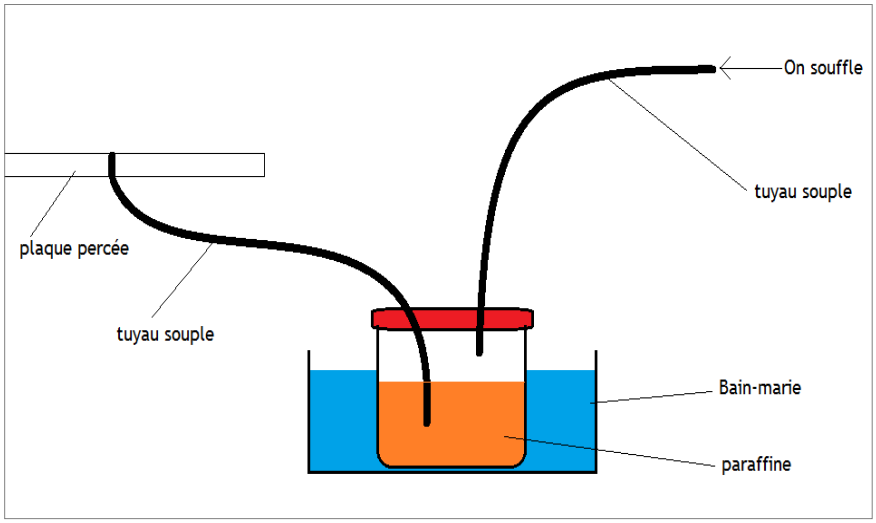
De plus, de ce que l'on sait de l'activité volcanique sur la Lune c'est que celle-ci n'était formée que de magmas basaltiques et qu'il n'y avait pas d'eau, ce qui exclut les dynamismes explosifs. En effet, sans eau liquide pouvant se transformer en vapeur d'eau et augmentant ainsi la pression des gaz accumulés, aucune éruption explosive n'est envisageable (dans l'état actuel de nos connaissances). Ainsi, aucun cône volcanique important n'a pu se former sur la Lune.

Conclusion :

Les cratères observés sur la Lune ne sont pas d'origine volcanique. Le seul volcanisme s'étant produit à la surface de la Lune et un volcanisme de coulées de laves basaltiques fluides. Ce sont ces différentes coulées qui vont avoir formé les « mers » lunaires.

Expérience complémentaire :

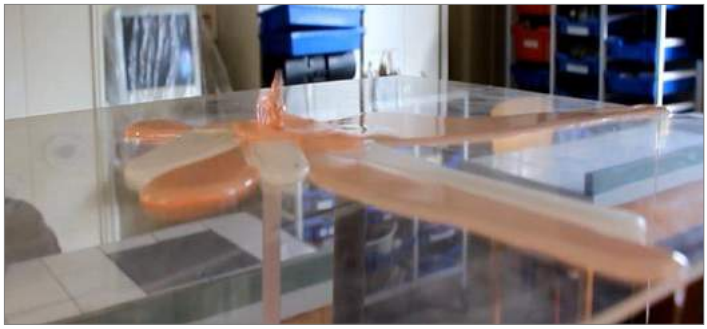
Afin de comprendre le principe de formation des mers lunaires une expérience d'expérience modélisant une éruption de lave fluide peut être proposée aux élèves :



Paraffine en granulés

Bain-marie (Attention aux brûlures!)

Mise sous pression



Coulée de lave fluide

Astuces : Prendre de la paraffine en granulés.
Utiliser du colorant alimentaire pour colorer et observer les différentes coulées.
Nettoyer le tuyau lorsque la paraffine est refroidie et durcie.

La première hypothèse n'étant pas validée, il faut envisager une seconde hypothèse proposée par les élèves

HYPOTHESE n°2 : Les cratères observés sur la Lune sont-ils des cratères d'impacts dus à la chute de météorites ?

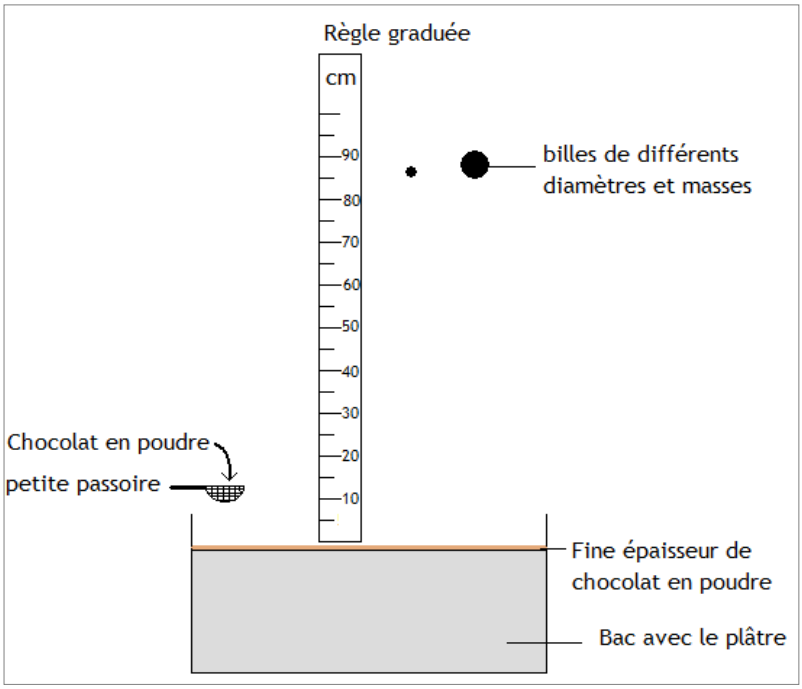
Afin de mieux appréhender cette hypothèse et ses conséquences, les élèves peuvent effectuer diverses recherches sur les météorites, la différence entre une météorite, un astéroïde, un météoroïde, une étoile filante, etc.

Ces recherches permettent de mettre en évidence que notre système solaire comporte, outre une étoile et 8 planètes, de nombreux et variés petits corps parmi lesquels se trouvent les météoroïdes. Ces météoroïdes de tailles diverses se trouvent dans différentes régions du système solaire et ont, pour certains, des trajectoires pouvant les amener à croiser l'orbite de la Terre, de la Lune ou d'une autre planète.

Lorsqu'un météoroïde vient heurter le sol d'une planète, les fragments obtenus deviennent alors une météorite. Si le météoroïde « brûle » en entrant dans l'atmosphère, le phénomène lumineux qui en résulte est une étoile filante (météore).

Une expérience modélisant la formation d'un cratère d'impact météoritique peut également être proposée. :

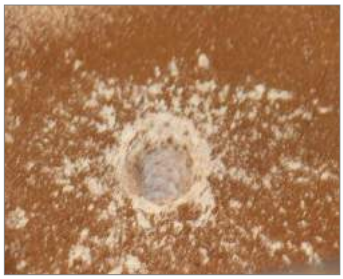
Bien que la formation des cratères sur les planètes ou satellites du système solaire soit davantage due à « l'explosion » du météoroïde plus qu'à sa simple chute, nous pouvons étudier la formation des cratères à l'aide d'une petite expérience simple consistant à laisser tomber un objet dans un bac de plâtre (ou de farine) recouvert de poudre de chocolat :



Astuces : Fixez la règle étalon (mètre ruban coupé) avec du velcro pour pouvoir ajuster sa hauteur.
Utilisez des billes en acier et réalisez un électroaimant pour les maintenir ou les lâcher.

-Le sol de la planète ou du satellite est modélisé par le plâtre placé dans le bac. On le recouvre, par saupoudrage, d'une fine couche de chocolat en poudre (cela permet de bien étudier le remontées de matières du sous-sol, les éjectas, etc.)
-On laisse alors tomber, verticalement une bille d'une hauteur mesurée à l'aide de la règle graduée (ou d'un mètre ruban découpé).
-Le « sol » est remis à niveau et recouvert de chocolat entre deux lâchers de météoroïdes.

<u>Observations :</u>



Cratère d'impact (éclairage du dessus)

Eclairage rasant

Des cratères de formes diverses et variées se forment. Leur aspect change selon l'angle de l'éclairage.

Ces cratères ont une forme circulaire et ont une topologie négative (ils sont creusés dans le sol). De plus ces cratères présentent des éjectas formés par la remontée en surface de matières du sous-sol. Ces cratères peuvent présenter des gradins sur leurs parois internes.

Astuces : Retirer la bille avec un aimant pour ne pas détériorer vos cratères.
Éclairer les cratères sous différents angles pour observer leur changement d'aspect.

Confrontation avec l'hypothèse :

Les cratères ainsi formés ressemblent aux cratères observés sur la Lune.

Conclusion :

Les cratères observés à la surface de la Lune sont des cratères d'impact.

Un cratère d'impact se forme lors de la collision d'un météoroïde sur la surface d'un astre. Les cratères ainsi formés sont creusés dans le sol de l'astre percuté.

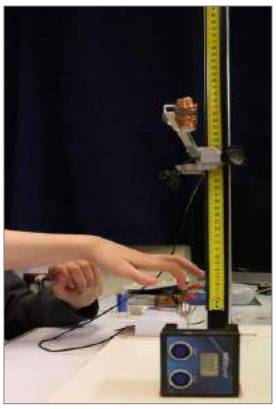
3-Des prolongements possibles

Divers travaux complémentaires peuvent être menés pour prolonger cette démarche d'investigation.

Ainsi, d'autres questions (problèmes) peuvent être soumises aux élèves :

-De quoi dépend la taille d'un cratère d'impact ?

Variations de la masse du météoroïde, de sa vitesse de chute (mesures de vitesses selon la hauteur de chute), nature du matériau utilisé pour modéliser le sol de l'astre, etc.



Mesure de la vitesse de chute en fonction de la hauteur (Capteur de vitesse : http://www.sordalab.com/catalogue/produit.php?numprod=3242)

Que se passe-t-il si le météoroïde arrive de l'espace avec un angle important par rapport au sol ? Quelle est la forme des cratères obtenus ?

Ces questions sont l'occasion de rappeler que l'expérience de simple chute n'est qu'un modèle expérimental. En effet, l'énergie cinétique des météoroïdes lors de l'impact est tellement élevée que celle-ci se transforme essentiellement en énergie thermique : les matériaux du météoroïde et du sol sont alors vaporisés rapidement et en grande quantité. Tout se passe alors comme si une gigantesque explosion se produisait. Les cratères d'impacts ressemblent en fait davantage à des cratères d'explosion. Ceci explique qu'ils aient, même avec des angles d'impact importants, tous une forme quasiment circulaire.

Expérience sur la formation d'un cratère par « explosion

Astuces : Réalisez cette expérience dans un carton avec des rebords suffisamment hauts. Filmer cette expérience pour pouvoir l'étudier au ralenti.

Précautions :

Certaines expériences doivent être impérativement réalisées en présence d'un adulte : risques de brûlures avec la paraffine chauffée au bain-marie. Danger lors de la manipulation du pétard utilisé pour l'étude de la formation d'un cratère par explosion.

Prolongements :

-Les cratères d'impact sur notre planète, la Terre.
-Utiliser les cratères lunaires pour dater et apprendre sur l'histoire de notre système solaire ;
-La Lune, ses cratères, son volcanisme et les mission Apollo.
-Mesurer la taille des cratères sur la Lune.
-Établir un atlas des cratères lunaires.

Quelques liens utiles :

Des informations sur les petits corps du système solaire:http://qd9-test.obspm.fr/The-planets,Les-petits-corps-20

Des définitions :

http://www.imcce.fr/langues/fr/ephemerides/phenomenes/meteor/definition.php?popup=3
Un diaporama de l'Observatoire de Paris sur les météorites : http://formation-professeurs.obspm.fr/IMG/pdf_diaporama_meteorites_fr.pdf

Bibliographie et références :

Le Messager des étoiles , Galileo Galilei, Éditions Seuil, 1992
Le Grand Atlas de la Lune, Thierry Legault et Serge Brunier, Éditions Larousse , 2004
De Feu et de Glace, André Brahic, Éditions Odile Jacob, 2010

Sujets connexes :

Imager la Lune
Mesurer les cratères sur la Lune

Introduction à la spectroscopie, les raies de Fraunhofer à portée de main

Description de l'activité : **Mieux appréhender l'analyse de la lumière par spectroscopie.**

Situation déclenchante :

La décomposition de la lumière par un prisme de verre est connue depuis l''antiquité, Newton la réalisa avec un prisme en 1666. Snell et Descartes avaient quand à eux expliquer le principe de la réfraction entre 1621 et 1637.

En 1814, Fraunhofer, en étudiant le spectre du Soleil à l'aide d'un réseau de diffraction, observa les raies noires d'absorption qui portent son nom. L'image ci-dessous, présente ces fameuses raies observées à l'aide du satellite SoHo.

source : http://bass2000.obspm.fr/solar_spect.php

Problème : Comment s'y prendre pour réaliser la décomposition de la lumière ?

Etapes : Cette fiche présente une démarche en deux étapes pour montrer la décomposition de la lumière au labo mais aussi de réaliser son propre spectroscope simplement.

Compétences/capacités

Compétence(s) : Pratiquer la démarche expérimentale
Capacités/attitudes - Suivre un protocole expérimental - Faire preuve d'autonomie

Prérequis

Notions	Logiciels/équipement
- être capable de réaliser un spectre à l'aide d'un prisme. - Connaître l'origine de la connaissance de la composition chimique du Soleil. - Fabriquer un spectroscope à main simple et pas cher.	- Divers matériels permettant de réaliser des expériences sur la décomposition de la lumière. - Un CD, des ciseaux, du scotch large et un tube en carton (emballage de pipette jaugée par exemple)
Niveau Technique : initiation	
Niveau : collège – lycée	

Un petit historique rapide :

La décomposition de la lumière par un prisme de verre est connue depuis l"antiquité, Newton la réalisa avec un prisme en 1666. Snell et Descartes avaient quand à eux expliquer le principe de la réfraction entre 1621 et 1637.

En 1814, Fraunhofer, en étudiant le spectre du Soleil à l'aide d'un réseau de diffraction, observa les raies noires d'absorption qui portent son nom.

En 1835, Auguste Comte, dans son cours de philosophie, cite :

"Nous ne saurons jamais étudier, par aucun moyen la composition chimique des étoiles".

Il ne faudra que quelques années pour contredire cette affirmation. En effet, en 1859, **Kirchhoff et Bunsen** ont étudié les spectres d'émission et d'absorption de corps solide, liquide ou gazeux et montré que ces spectres sont soumis à des lois dites de Kirchhoff énoncées ci -dessous :

1. Un gaz à pression élevée, un liquide ou un solide, s'ils sont chauffés, émettent un rayonnement dit thermique dont le spectre est continu et contient toutes les longueurs d'onde.
2. Un gaz chaud, à basse pression, émet un rayonnement uniquement pour certaines longueurs d'onde bien spécifiques : le spectre de ce gaz présente des raies d'émission.
3. Un gaz froid, à basse pression, s'il est situé entre l'observateur et une source de rayonnement continu, absorbe à certaines longueurs d'onde, produisant ainsi des raies (ou bandes) d'absorption dans le spectre continu. Ces longueurs d'onde sont celles qu'il émettrait s'il était chaud.

Ces trois lois sont d'une importance capitale en astronomie puisqu'elles permettent d'analyser la lumière qui est le seul vecteur d'informations que nous ayons pour ausculter les objets célestes qui nous entourent.

Remarque : Seule la physique quantique permettra de comprendre l'origine des spectres d'émission et d'absorption de raies.

L'analyse de la Lumière du Soleil permet de déterminer la composition, la température de surface, la vitesse de rotation et même le rayon.

L'objectif de cette fiche est de mettre en évidence, le principe de la décomposition de la lumière par des méthodes classiques, de fabriquer un spectroscope à main à moindre frais

La lumière blanche est constituée d'une infinité de radiations lumineuses dont les longueurs d'onde sont comprises entre 3900 Å pour le violet et 7800 Å pour le rouge.

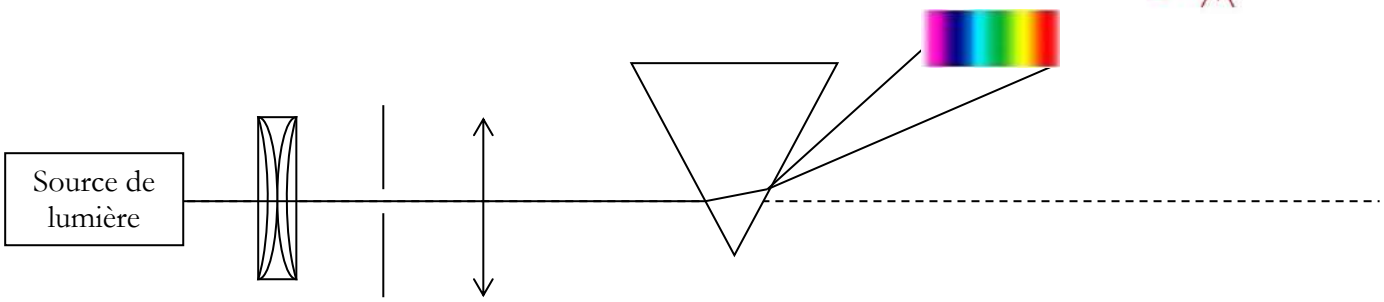
Notre œil présente une sensibilité maximale autour de 5800 Å qui correspond à la longueur d'onde correspondante au maximum d'intensité lumineuse du Soleil (5000 Å d'après la loi de Wien).

C'est ce que l'on appelle la lumière visible car elle est détectée par nos yeux. L'une des raisons vient du fait que nous habitons sur une planète éclairée par un Soleil qui reste une étoile moyennement chaude. C'est par une étude du spectre de la lumière solaire que nous pouvons arriver à ces conclusions.

Remarque : comme vous avez pu le lire dans les lignes ci-dessus les longueurs d'onde ne sont pas données en nm comme il est d'usage car en spectroscopie, les longueurs d'onde sont données en Angstrom de symbole Å qui correspond à 10^{-10} m.

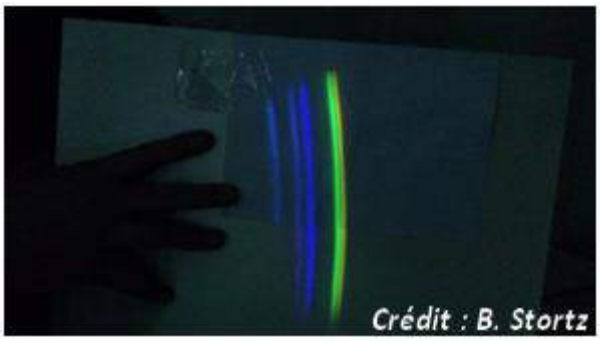
1- Décomposition par un prisme.

Pour réaliser cette opération, il vous faut une source de lumière, un condenseur, une fente fine réglable, une lentille convergente (f ' = 125 mm) et un prisme en verre (ou en quartz si vous voulez pouvoir observer des UV).



- Disposer le condenseur de manière à éclairer uniformément la fente.
- Placer la lentille devant la fente de manière à faire une image de la fente à l'infini pour cela placer la lentille à la distance focale de la fente et observer une image nette sur un mur.
- Introduire sur le trajet de la lumière le prisme et observer le spectre dans une direction décalée par rapport à l'axe optique de la lentille.

Remarque : avec une lampe à vapeur de Mercure, on peut mettre en évidence les raies d'émissions U.V. à l'aide d'une feuille de papier, d'un papier bristol ou comme en boite de nuit un tee-shirt en coton blanc.



2- Décomposition par un réseau.

Il suffit de remplacer le prisme par un réseau pour obtenir le spectre de la source de lumière.

3- Fabrication d'un spectroscope à main.

Comme dans les deux expériences précédentes, il nous faut une fente et un réseau. Pour cela, vous devez réunir le matériel suivant :

- Une vieux CD,
- Un rouleau de gros scotch de déménagement,
- du scotch noir,
- Un tube en carton (emballage de pipette jaugée sera parfait, on en a plein les labos.),
- Une paire de ciseaux et une feuille cartonnée.

<u>Etape 1 :</u> Enlever la pellicule réfléchissante du CD, pour cela gratter la pellicule légèrement puis appliquer le gros scotch dessus et le retirer énergiquement :

Suivant les CD cela marche plus ou moins bien si cela ne vient pas tout seul changer de CD.

Attention, si le CD apparait bleuté comme sur la photo ci-contre, il faut en prendre un autre sinon il filtrera….

<u>Etape 2 :</u> mise en place des différents éléments.

Avec une paire de Ciseaux, découper un cercle dans le CD de la taille du tube en carton que vous avez. Ce sera votre réseau.

L'écartement entre les sillons est de 1,5 µm, cela vous fait donc un réseau de 650 traits/mm environ.

A l'aide du scotch noir, fixe le réseau sur le tube.

Dans la feuille cartonnée, découper un cercle du diamètre du tube, puis avec un cutter ou mieux une scie (type Dremel) réaliser une fente fine au milieu du cercle. Ce sera votre fente.

Remarque : On peut aussi améliorer le système en faisant une fente avec des lames de taille-crayons.

La dernière opération, la plus délicate est l'orientation de la fente par rapport au réseau.

Pour cela, placer votre œil côté réseau et orienter le tube en direction d'une source de lumière. Faites pivoter la fente jusqu'à ce que vous observiez le spectre de part et d'autre de la fente.

A l'aide du scotch noir, fixer la fente sur le tube, le spectroscope est prêt.

Tourner le vers les tubes néons au dessus de vous et observer.

Le mieux est encore de les orienter vers le ciel bleu (attention, pas le soleil directement) pour voir apparaitre les fameuses raies d'absorption de Fraunhofer…….

Attention, il faut avoir l'œil…….mais on les voit….

Prolongements et exploitation possible :

- Observer les différents types de lampes afin de la classer entre corps chauds et gaz basse pression.

Sujets Connexes :

- Réaliser des spectres avec un Star Analyser et les exploiter sous Audela.

La rotation du Soleil

ATTENTION, IL NE FAUT JAMAIS REGARDER LE SOLEIL DIRECTEMENT SANS FILTRE SPECIFIQUE.

Description de l'activité :

Pour cette activité, il n'est pas nécessaire de faire soit même les clichés même si cela peut aussi se faire. Depuis le 20 Janvier 2006, le Satellite SoHo réalise des clichés journaliers de la surface du Soleil avec filtres.

Il suffit d'aller sur le site http://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/ pour trouver des images du soleil sur lesquelles sont repérées les taches solaires en mouvement.

Problème : Comment observer et mesurer la rotation du Soleil ?

Compétences/capacités

Compétence(s) : Pratiquer la démarche expérimentale
Capacités/attitudes - Suivre un protocole expérimental - Faire preuve d'autonomie

Prérequis

Notions - Utilisation du logiciel libre SalsaJ - Connaitre la Taille du Soleil. - Maitriser la proportionnalité. - Quelques notions de géométrie.	Logiciels/équipement - Un ordinateur sur lequel le logiciel SalsaJ (version 2.21) - Une connexion internet pour récuperer les images du soleil via le satellite SoHo.
Niveau Technique : initiation	
Niveau : collège - lycée	

Objectifs :

- Déterminer la vitesse de rotation du Soleil
- Montrer que la nature gazeuse du Soleil induit d'une variation de vitesse de rotation suivant la Latitude.

Finalité : Mettre en évidence la rotation du Soleil par la mesure et par la réalisation d'une vidéo mettant en évidence ce phénomène.

Cadre de l'activité : On peut réaliser une série d'images du Soleil avec un Télescope muni d'un filtre pleine ouverture, on peut également utiliser les images du satellite SoHo.

Notions et compétences à acquérir :

- Utilisation du Logiciel SalsaJ.
- Savoir que le Soleil tourne autour de son axe.
- Etre capable de mesurer sa vitesse de rotation.
- Comprendre que l'on peut montrer que la surface du soleil n'est pas solide.

Un peu d'histoire : Il semblerait que les taches solaires soient connues depuis 2000 ans par les chinois, cependant, il faudra attendre 1610, Galilée et sa fameuse lunette pour que l'occident découvre ces taches solaires qui sont la conséquence de l'activité thermonucléaire du Soleil. Au début, considérées comme des nuages passant devant le Soleil, il fallut se résoudre à l'évidence, ces observations étaient à la surface du Soleil et en mouvement par rapport à l'axe du Soleil.

D'autre part, cette rotation s'effectue autour d'un axe légèrement incliné de 7,15° par rapport à la normale au plan de l'écliptique.

Les scientifiques ont pu observer que l'activité du soleil était périodiquement variée. La période de l'activité Solaire de 11 ans fut découverte en 1843 par Heinrich Schwabe en étudiant l'évolution du nombre de taches solaires à la surface du Soleil.

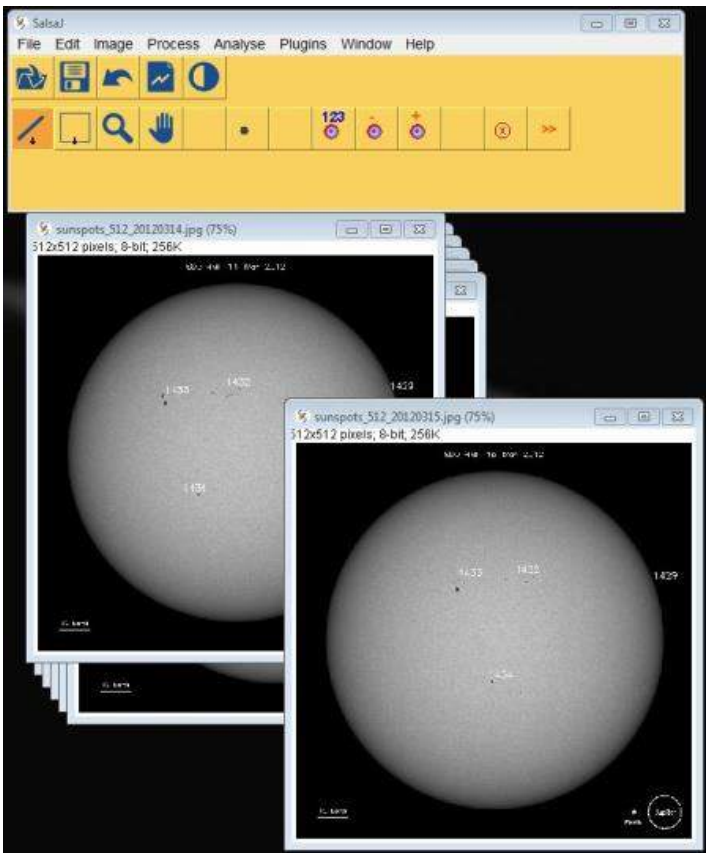
L'étude proposée dans ce qui suit se fait une étude des trois premiers mois de l'année 2012.

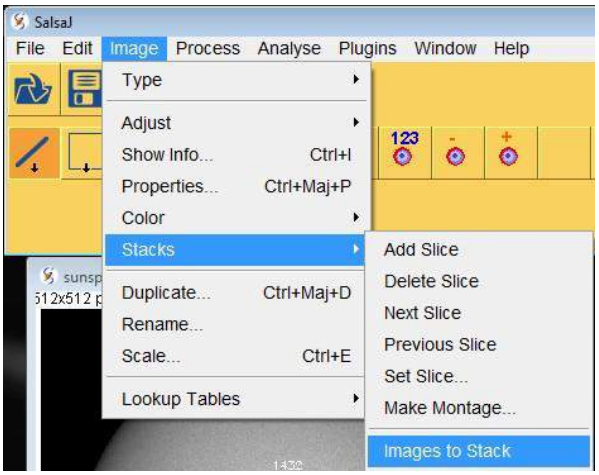
La période choisie tient compte du fait que l'activité solaire était assez importante donc le nombre de taches suffisants pour pouvoir faire des mesures du diverses latitudes de la surface du Soleil.

Etape N°1 : Réalisation de la vidéo.

A l'aide logiciel SalsaJ (2.21), on peut réaliser une petite vidéo pour montrer cette rotation. Pour réaliser cette vidéo, voilà comment procéder :

- Ouvrir les images en sélectionnant toutes.
- Il faut à présent les empiler avec la fonction **image ➔Stacks ➔ images to stack.**



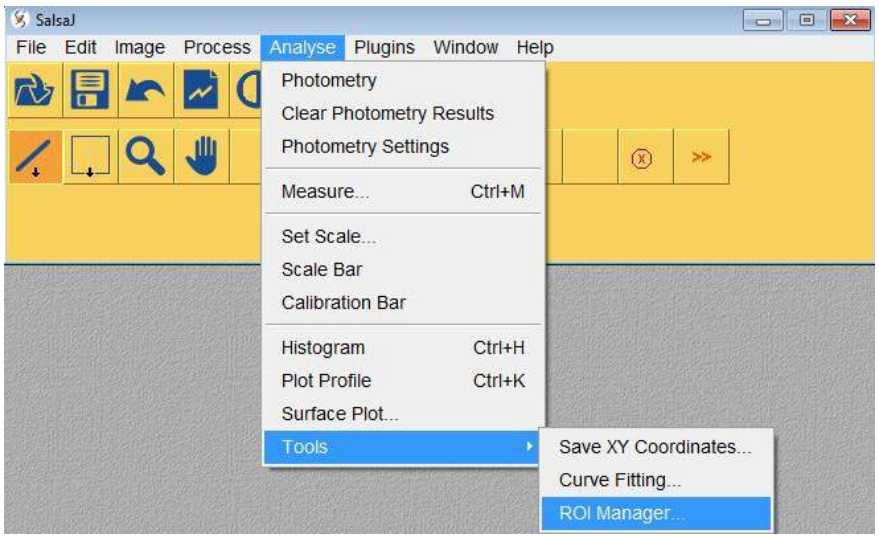


- Enfin dans le menu **images ➔ stacks➔ animation options** en réglant 5 images par secondes on arrive au résultat que vous pouvez trouver sur ce lien. http://www.dailymotion.com/video/xqqhnp_rotation-du-soleil-2012_webcam

Remarque : Les images de SoHo ne tiennent pas compte de l'inclinaison de l'axe du Soleil. Elles ont toutes été redressées.

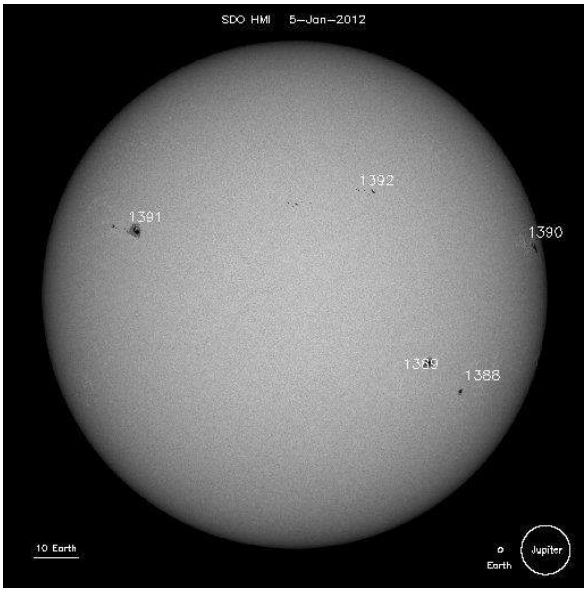
Etape N°2 : De l'analyse des positions des différentes taches solaires à la rotation du Soleil.

Comme il faut travailler sur de nombreuses images, on utilise la fonction **ROI manager** qui permet des sélections multiples et des mesures associées, il faut l'ouvrir come le montre la copie d'écran ci-contre :

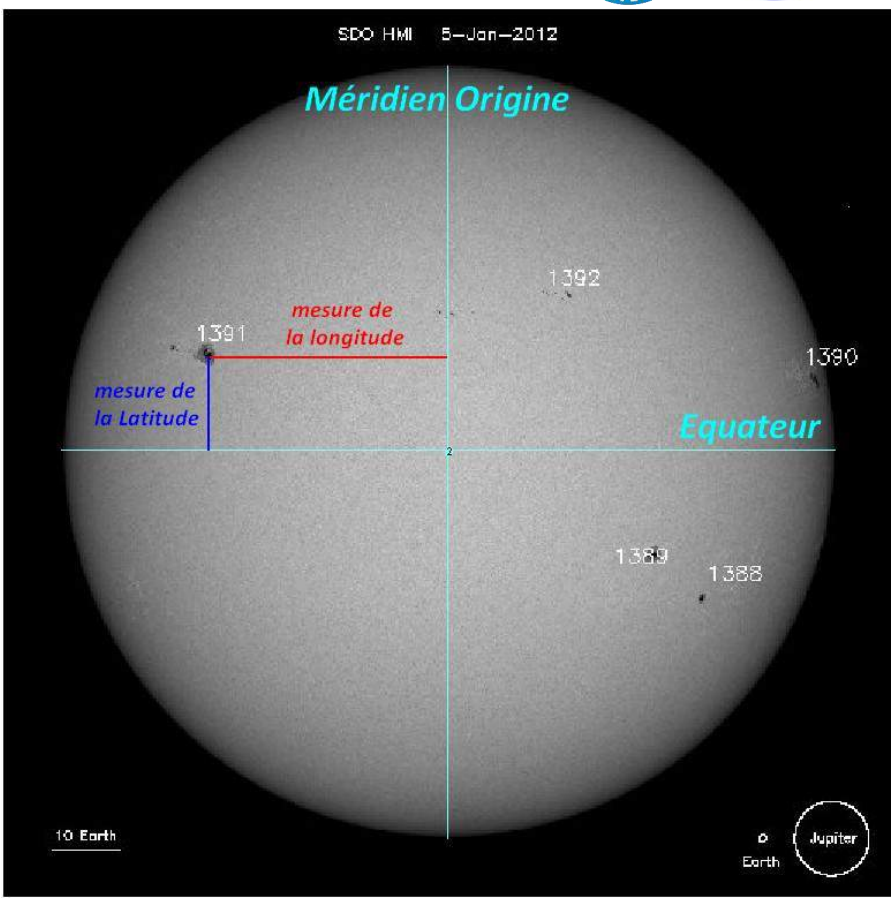


Les clichés étant journaliers, on sait qu'entre deux images successives il s'est écoulé 24h. La plus grande difficulté est donc d'évaluer la distance parcourue par la tache à la surface du Soleil. Comme les images sont des projections planes de la surface du Soleil, il est nécessaire de faire un peu de trigonométrie et de géométrie.

Sur une image du Soleil provenant du site de la NASA, telle que celle-ci on va s'intéresser à la tache 1391. Il faut définir sa position par rapport à l'axe de rotation vertical et à l'équateur solaire, donc trouver sa longitude et sa latitude.



A partir du stacking réalisé avec SalsaJ, on doit tracer à l'aide de l'outil de dessin , les deux axes méridien origine et équateur solaire comme cela est représenté sur l'image suivante. et faire apparaitre les mesures réalisables liées à la latitude de la tache.



Pour passer à l'exploitation, on va étudier le schéma ci-contre :

Les mesures, que nous pouvons réaliser, sont notées m sur la figure.

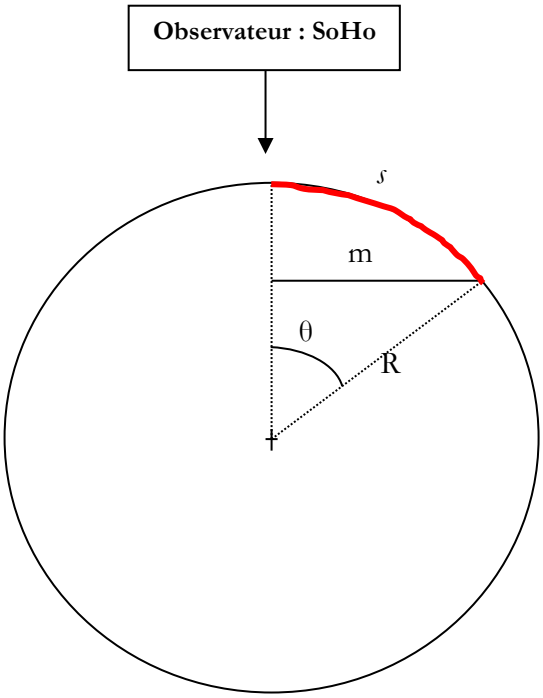
Ce que nous devons obtenir c'est l'angle θ pour la latitude et la mesure de l'arc s (en rouge sur la figure) pour déterminer la distance par rapport au méridien.

Connaissant le rayon R du Soleil on peut obtenir par un calcul simple les valeurs de θ et de s.

En effet, $\sin\theta = \frac{m}{R}$

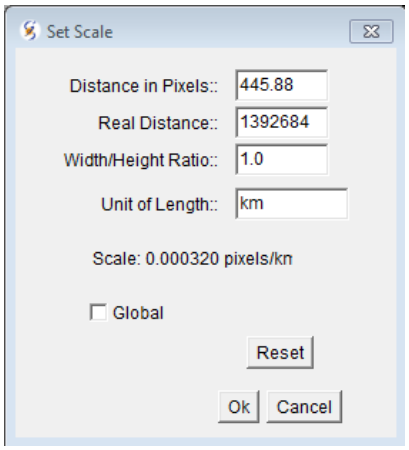
donc $\theta = \sin^{-1}\left(\frac{m}{R}\right)$

Et $s = R \times \theta = R \times \sin^{-1}\left(\frac{m}{R}\right)$



Sachant que le rayon du soleil est de 696 342 km, il nous suffit de déterminer m et on trouvera les deux valeurs recherchées.

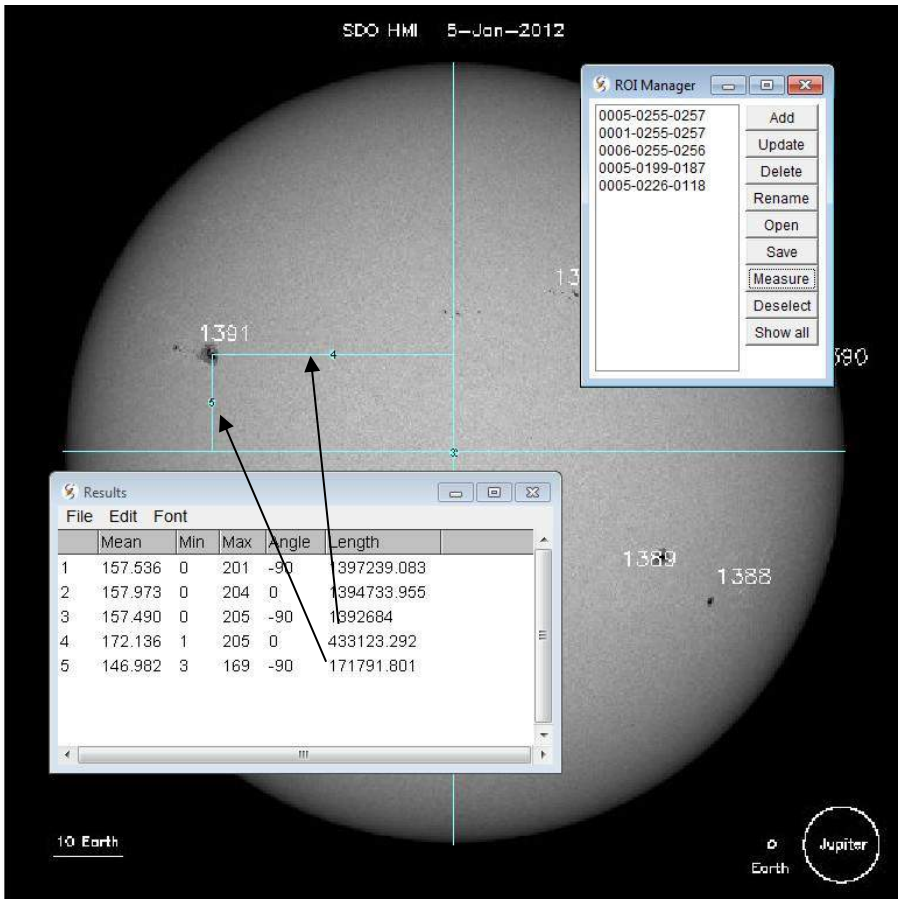
Pour cela, on va étalonner les images du Soleil avec SalsaJ, sélectionner précisément un diamètre du Soleil avec l'outil



Ensuite cliquez sur **Analyse➔Set scale**, compléter la boite de dialogue qui s'ouvre avec la valeur du diamètre du soleil connue en précisant l'unité de longueur.

Dès lors, pour chaque sélection linéaire vous pouvez obtenir une mesure en km.

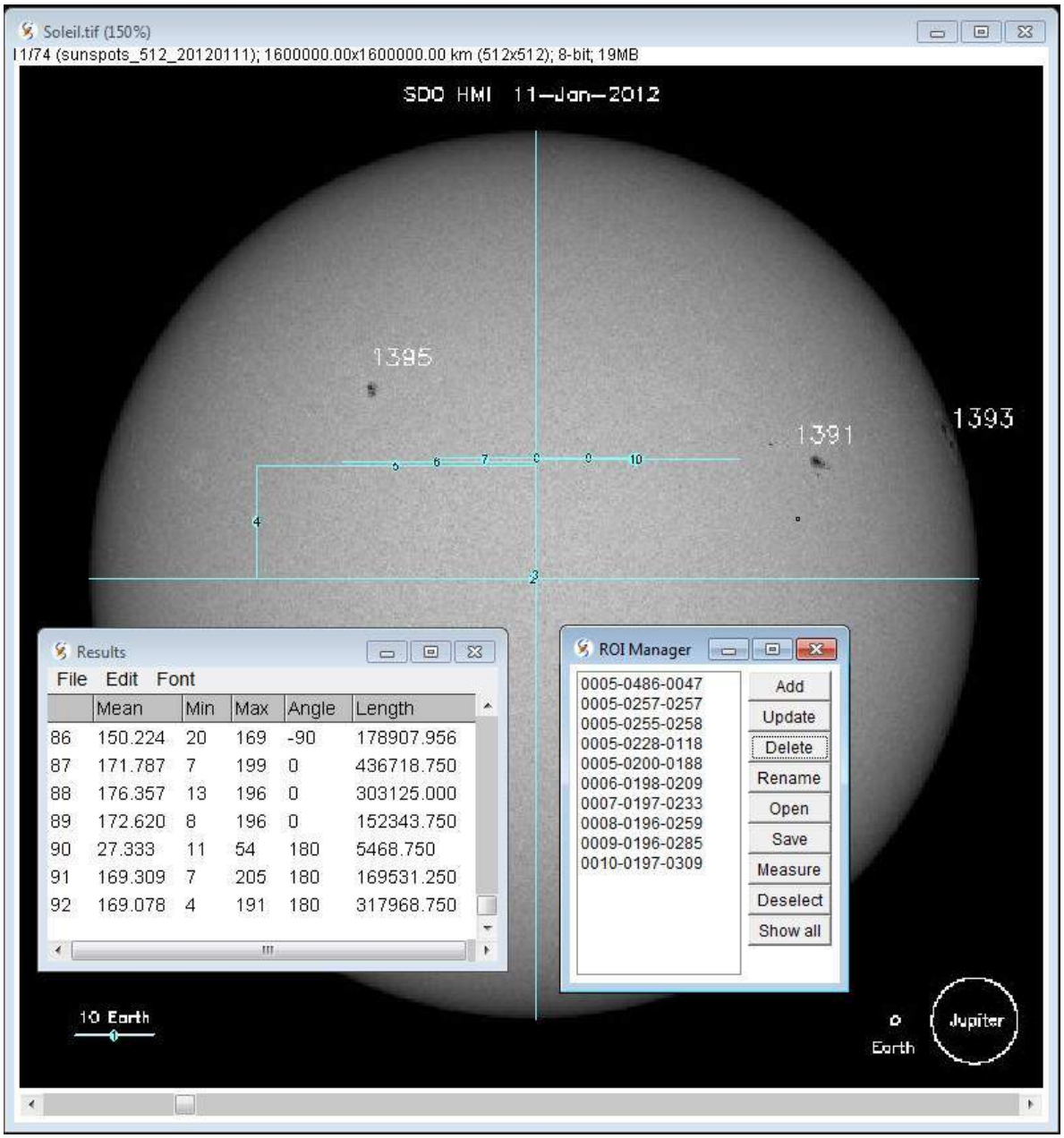
Il suffit de cliquer après chaque sélection successivement sur le bouton **add** puis **measure** de ROI manager pour obtenir l'ensemble des mesures souhaitées.



D'après le cliché ci-dessus en date du 5 janvier 2012, la valeur m associée à la longitude, notée 4 dans le tableau ci-dessus, est de m = 433123 km et la valeur associée à la latitude, notée 5 dans le tableau ci-dessus, est de L = 171 791 km.

En appliquant la relation mathématique du schéma de la situation de la page précédente, on en déduit que les coordonnées de la tache sont 14,28° pour la Latitude et -38,46° pour la longitude.

En prenant, l'ensemble des images où l'on peut suivre L'évolution de la tache à la surface du Soleil, on peut en déduire la latitude moyenne ainsi que l'angle parcouru chaque jour ainsi que la période de rotation à la latitude donnée.



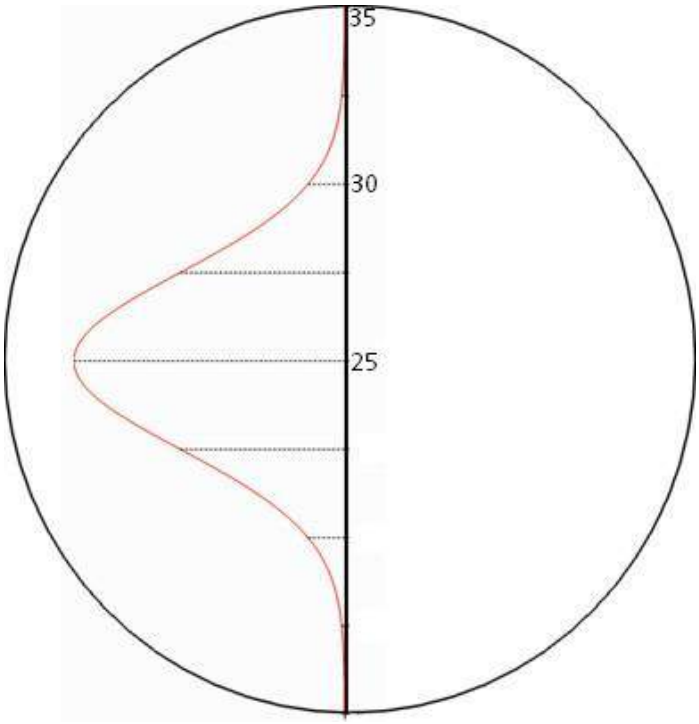
N° tache solaire	1391				
distance au méridien origine	date	angle longitude.	Latitude moyenne	angle parcouru par jour	période de révolution
-433123	05/01/2012	-38.46	14.89		
-303125	06/01/2012	-25.81	14.89	12.66	28.44
-152354	07/01/2012	-12.64	14.89	13.17	27.34
5469	08/01/2012	0.45	14.89	13.09	27.51
169531	09/01/2012	14.09	14.89	13.64	26.39
317969	10/01/2012	27.17	14.89	13.08	27.53
447657	11/01/2012	40.01	14.89	12.84	28.05
				Moyenne	27.54

Il ne vous reste plus qu'à reproduire un travail identique pour différentes taches à des latitudes différentes pour vérifier que la vitesse de rotation du soleil est différente suivant la latitude.

Les résultats que l'on obtient sont de l'ordre de grandeurs de ce que l'on trouve dans les tables. La vitesse variant de 25 à 35 j entre l'équateur et les pôles.

Ces mesures permettent de mettre en évidence que la surface du Soleil n'est pas solide mais gazeuse car ces variations sont dues entre autres à la force d'entrainement de Coriolis du fait de la rotation sur des rayons différents par rapport à l'axe du Soleil.

Sur un solide, tous les points on la même vitesse de rotation alors que pour un corps liquide ou gazeux, il se produit une sorte de vortex les points les plus éloignés du centre de rotation ayant une vitesse de rotation supérieure aux autres suivant un gradient de vitesse.



Liens utiles :

http://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/

http://www.fr.euhou.net/index.php/le-logiciel-mainmenu-9/tlcharger-mainmenu-10

http://astronomia.fr/2eme_partie/soleil.php

http://www.imcce.fr/promenade/pages3/374.html

http://bass2000.bagn.obs-mip.fr/New2003/Pages/Nadege/rot_soleil.html

Le cherche Etoile

Description de l'activité : *Fabrication et utilisation d'un cherche étoile*

Fabriquer et utiliser un cherche étoile avec toutes les informations qu'il permet de trouver.

Compétences/capacités

Compétence(s) : Réaliser, Valider (critiquer), Communiquer
Capacités/attitudes - Mouvement apparent des étoiles et des planètes. - Mettre en station un télescope.

Prérequis

Notions	Logiciels/équipement
- Utiliser un cherche étoile. - Déterminer les coordonnées équatoriales d'un objet céleste.	- Un cherche-étoile à imprimer, découper et assembler. - Une lampe frontale pour l'utilisation sur le terrain.
Niveau Technique : initiation, à confirmer	
Niveau : collège - lycée	

Objectifs

Comprendre et expliquer le ciel sur une carte.

Finalité :

Montrer que depuis que l' on sait repérer les astres dans le ciel, la construction de carte et la compréhension de son usage permet de mieux appréhender le ciel au-dessus de nos têtes.

Cadre de l'activité :

En classe, comment démarrer l'astronomie, une préparation est nécessaire avec une application sur le terrain.

Données mises à disposition : lien pour télécharger un cherche étoile en fonction de son lieu

http://www.astrolynx.com/Demande_CE.html

Un peu d'histoire :

Si les différentes civilisations antiques ont projeté dans le ciel étoilé les formes de leurs figures mythologiques, animaux ou héros légendaires, il faut noter que les associations d'étoiles que nous appelons des constellations ont été globalement les mêmes pour les mayas, les babyloniens, les égyptiens ou les grecs. Les premiers ouvrages et cartographies des constellations ont été réalisées par les célèbres philosophes tels que Eratosthène au IIIème siècle avant notre ère ou encore Ptolémée au IIème siècle de notre ère.

Les planètes sont déjà connues en tout cas pour les 5 visibles à l'œil nu en raison de leur mouvement par comparaison aux étoiles de la voute céleste qui apparaissent fixent les unes par rapport aux autres.

C'est au XVème siècle avec le développement des explorations notamment dans l'hémisphère Sud, la sphère céleste sera entièrement cartographiée.

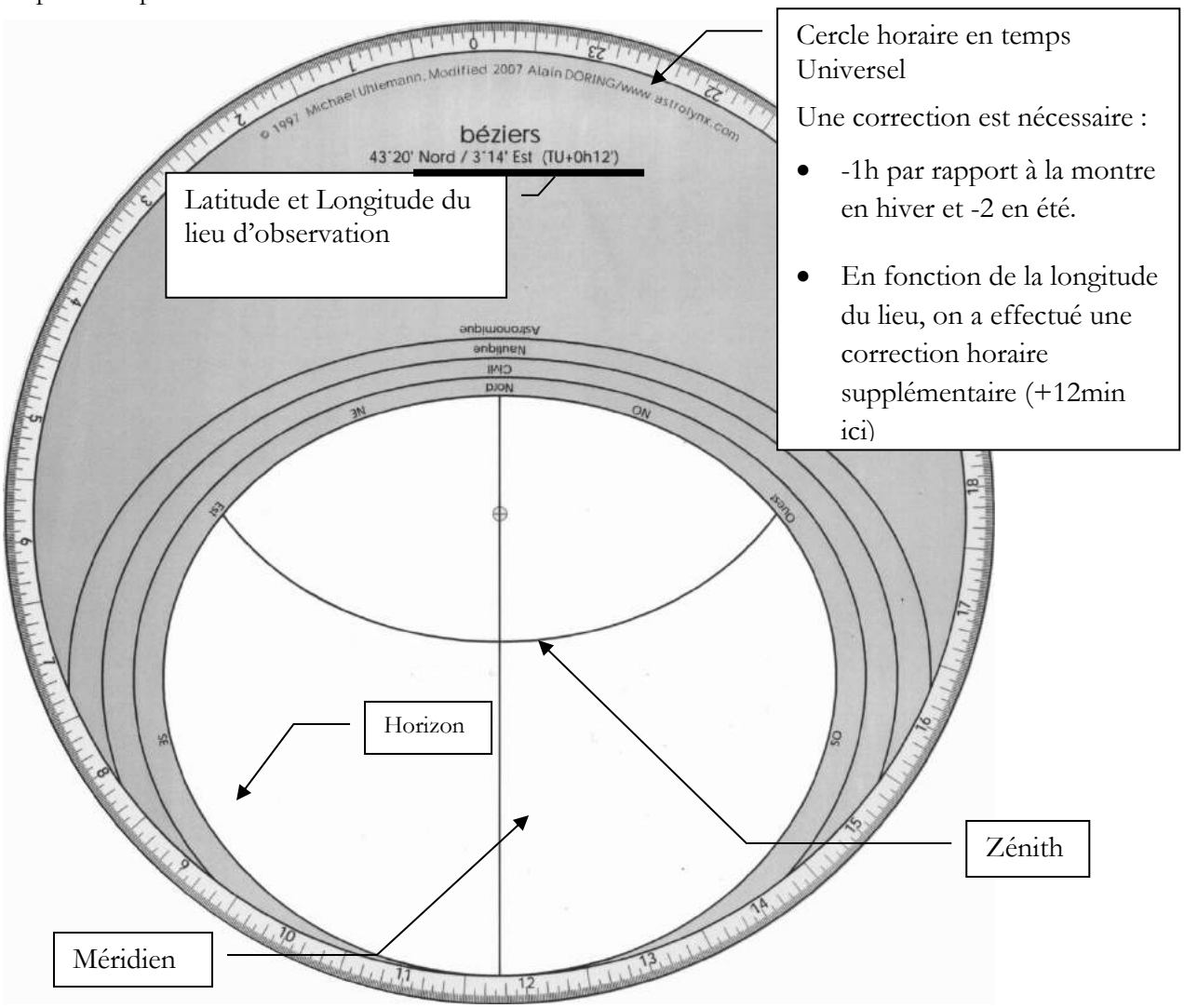
La sphère céleste actuelle contient 88 constellations avec des instruments scientifiques apportés cette fois par un astronome français Nicolas Louis de Lacaille tel que la *machine pneumatique, le compas ou le microscope.*

Le but de cette activité est de vous proposer d'apprivoiser la sphère céleste au-dessus de nos têtes en découvrant : un Cherche-étoile.

Etapes

1- Préparation et présentation du «cache ciel » à imprimer sur un transparent

Découper avec précaution le contour circulaire du «cache ciel».

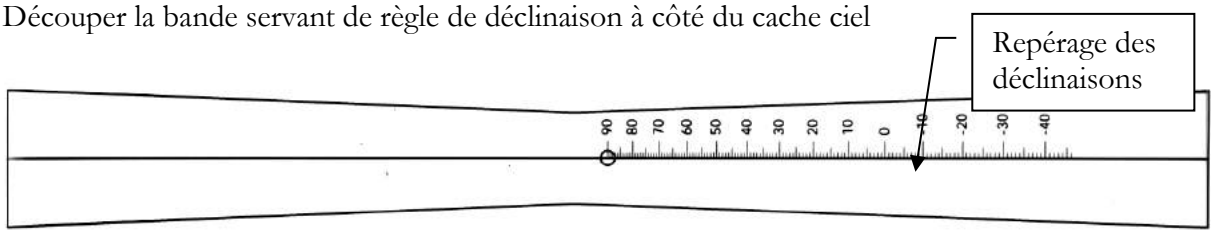


Remarque : La correction liée à la longitude est telle que : En 1 tour soit 360°, il s'écoule 24h, on en déduit la correction, à apporter à Béziers, qui est de 12 minutes.

Par relation de proportionnalité , $corhoraire = \frac{3°14'}{360} \times 24 \times 60 = 12\ mn$

2- Préparation de la règle de déclinaison à imprimer sur un transparent.

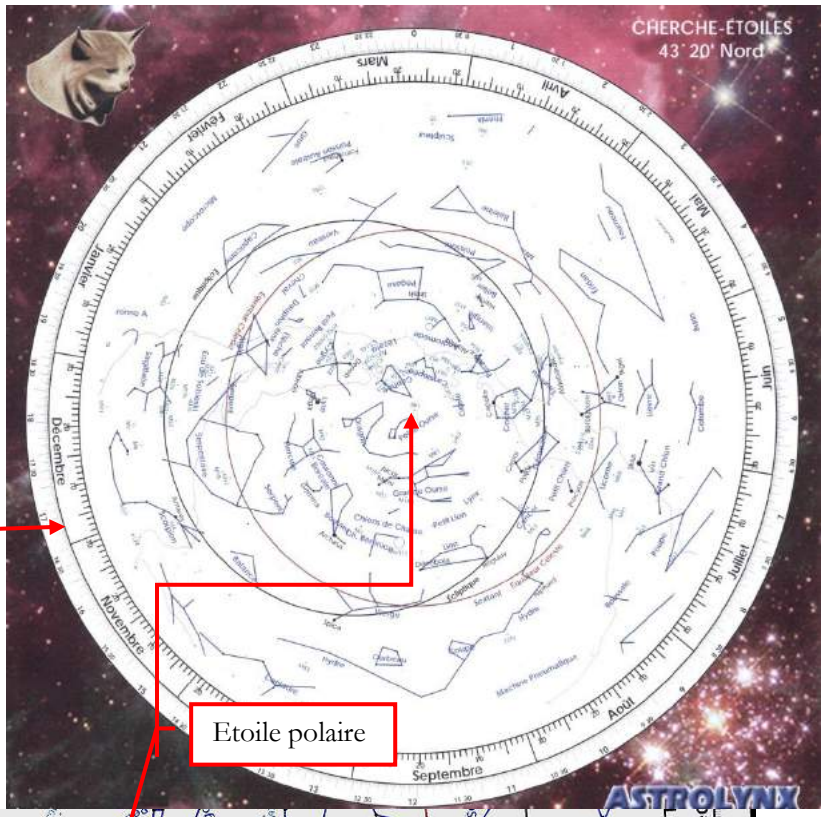
Découper la bande servant de règle de déclinaison à côté du cache ciel



Remarque : on retrouve la déclinaison du pôle Nord céleste (Polaris) de +90°

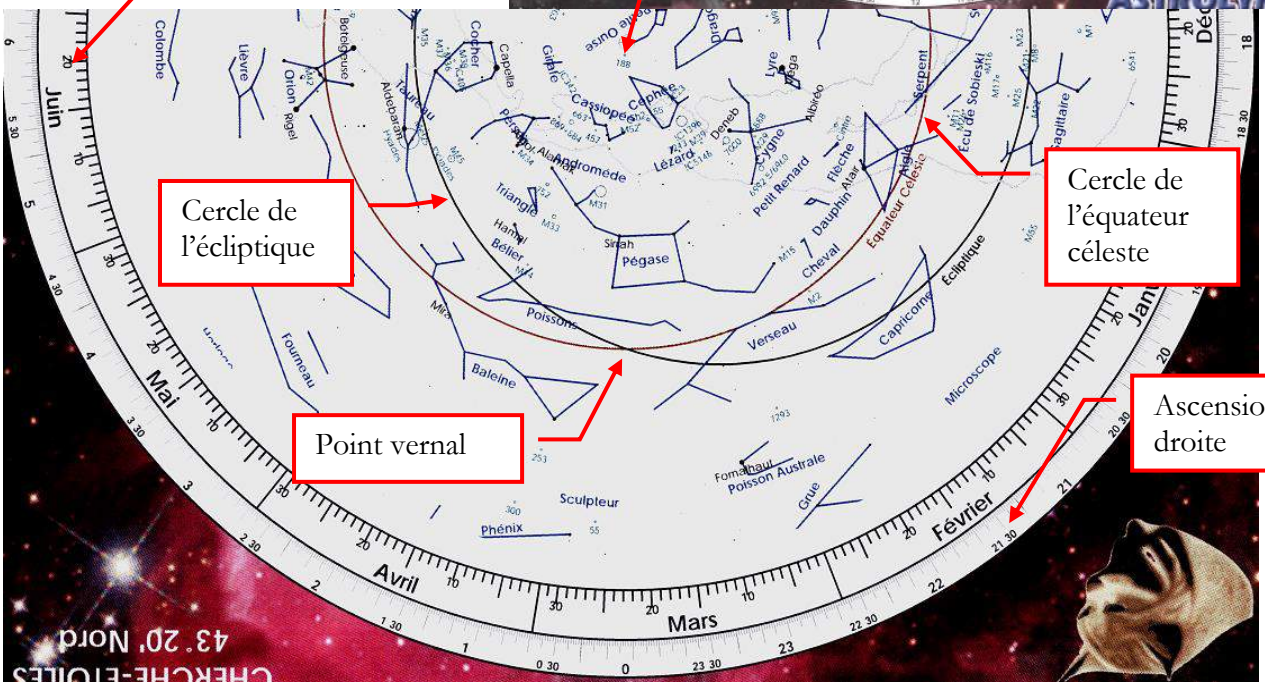
3- Préparation de la carte du ciel à imprimer sur feuille cartonnée

Repérer l'étoile polaire ; elle constitue le centre de la carte. Percer un petit trou en son centre l'étoile polaire.



Calendrier

Etoile polaire



Cercle de l'écliptique

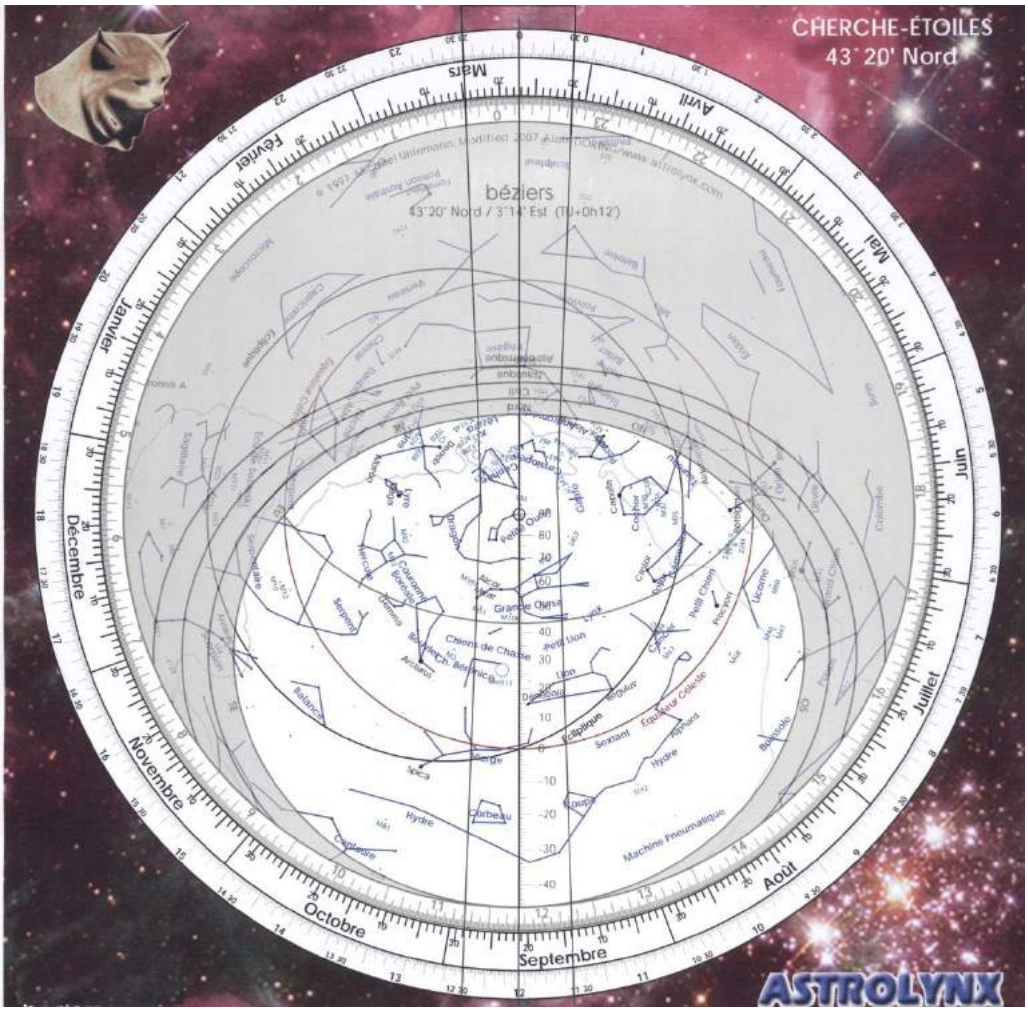
Cercle de l'équateur céleste

Point vernal

Ascension droite

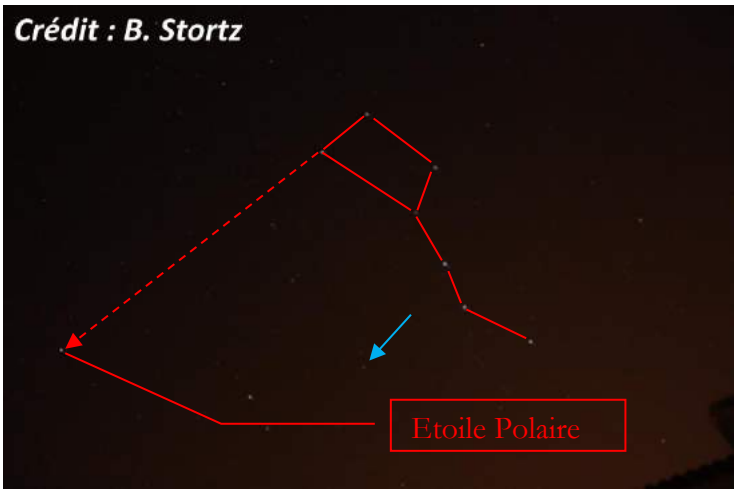
Pour le montage il suffit de superposer les centres des cercles (l'étoile Polaire) et la déclinaison +90° de la règle des déclinaisons, la règle des déclinaisons au-dessus de l'ensemble. Piquer l'ensemble avec une punaise ou une petite attache parisienne.

Une fois terminé, voici ce que vous devriez avoir entre les mains.



Il ne vous reste plus qu'à trouver dans le ciel l'étoile polaire pour trouver le nord et orienter le cherche étoile convenablement.

La grande ourse, le viseur formé par les deux étoiles du bord extérieur de la casserole, en reportant 5 fois la distance entre les deux étoiles vous tomberez forcément sur l'étoile Polaire, seule étoile visible à l'œil dans cette zone.



Remarque 1: Contrairement à une idée reçue, ce n'est pas vraiment une étoile très brillante.

Remarque 2 : La direction de l'axe de la Terre change avec la précession des équinoxes. Il y a près de 8000 ans il coïncidait avec l'étoile bleue de la constellation du dragon marquée par la flèche bleue.

4- Le Nord trouvé, lever le cherche étoile au-dessus de votre tête, Nord contre Nord pour lire la carte.

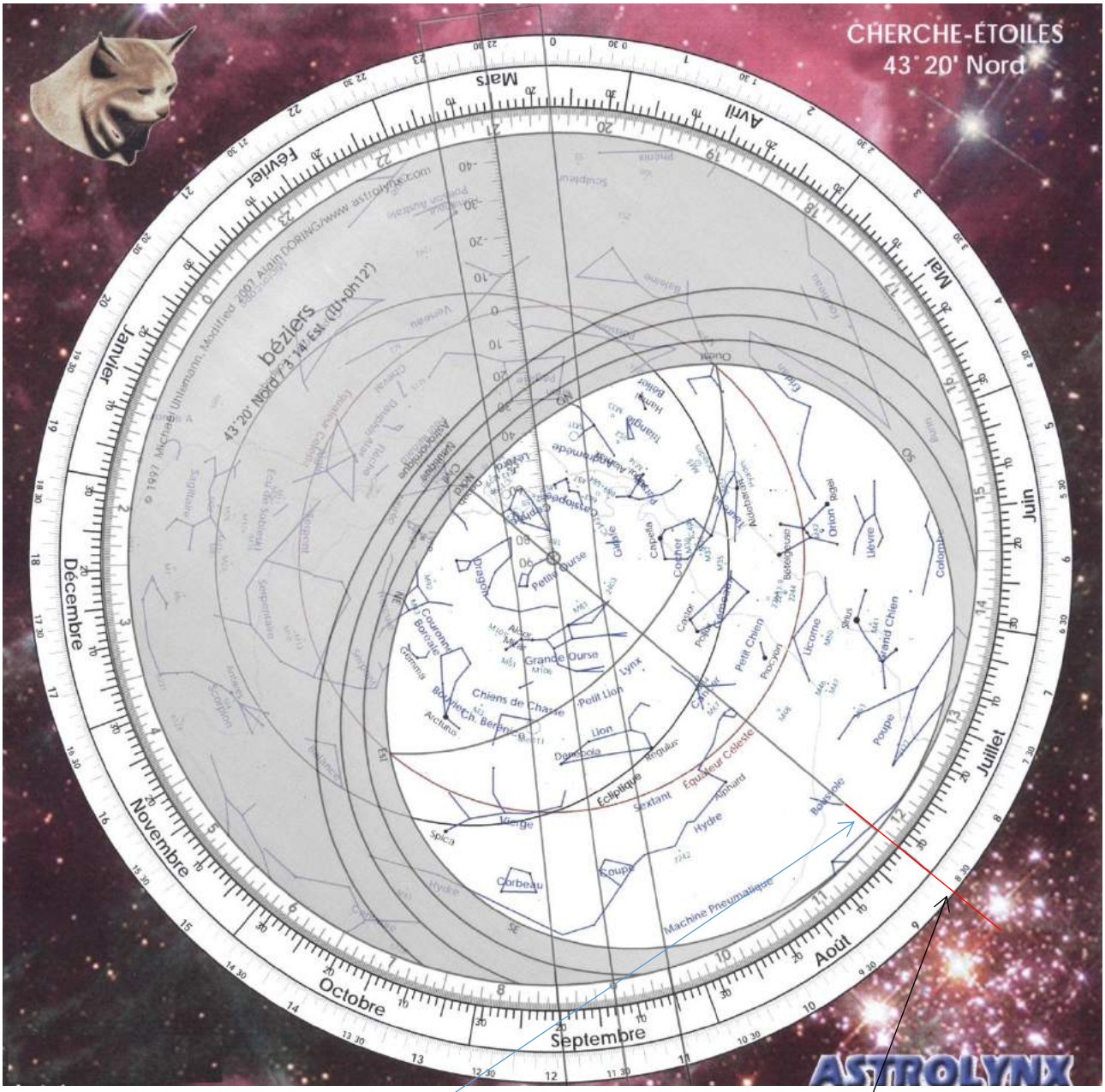
Comment repérer la portion de ciel au-dessus de nos têtes ?

- Sur le calendrier circulaire, repérer la date du jour d'observation, pointer la règle des déclinaisons dessus. (Sur l'exemple ci-dessous : le 15 mars)

- Repérer l'heure corrigée sur le cercle horaire du cache-ciel.(Heure corrigée : 21h TU+12mn)

- Aligner l'heure et la date.

La portion du ciel observable se trouve alors devant vous.



Remarque : Le méridien (axe Nord –Sud) du cache-ciel pointe en direction du temps sidéral (cercle gradué extérieur du cherche étoile). C'est-à-dire la position de la Terre dans le ciel par rapport aux étoiles permettant de déterminer l'angle horaire d'un astre. (Sur l'exemple : 8h41min)

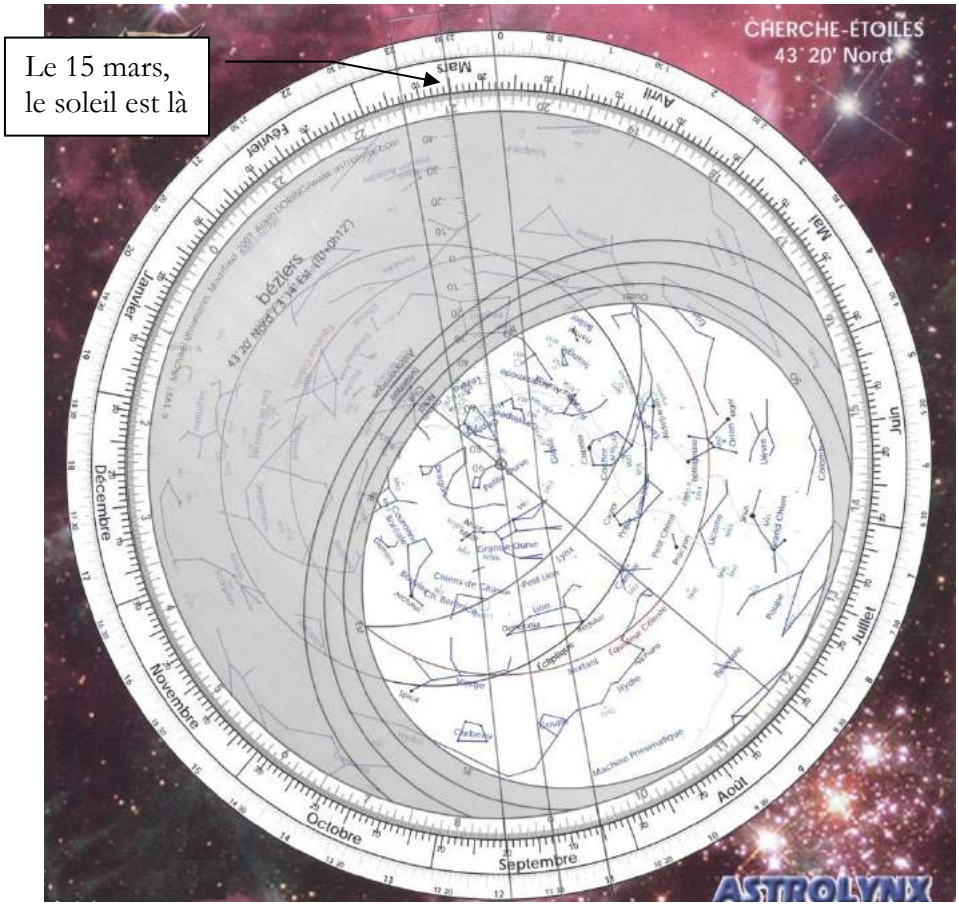
Repérage du Soleil : Lever, Coucher.

La Terre tourne autour du Soleil en 365 jours, vous obtenez cette rotation en changeant de direction sur le calendrier circulaire. Or la Terre comme les planètes sont toutes situées dans le plan de l'écliptique. Comme le cherche-étoile est un point de vue terrestre, le Soleil est situé sur le cercle de l'écliptique tout au long de l'année.

Le soleil n'est donc pas pointé puisque son mouvement apparent est un cercle dont l'axe est incliné d'un angle de 23,26° par rapport à l'axe de rotation de la Terre. Il passe devant toutes les constellations du signe du zodiaque que vous retrouvez le long de l'écliptique.

Pour trouver la position du Soleil à une date donnée, il suffit de trouver l'intersection du méridien avec le cercle de l'écliptique.

Dans l'exemple précédent, le 15 mars le Soleil se trouve juste au-dessus de la constellation du Verseau. Il se trouve dans la partie grisée à 21h00 (22h à nos montres) car il fait nuit…..



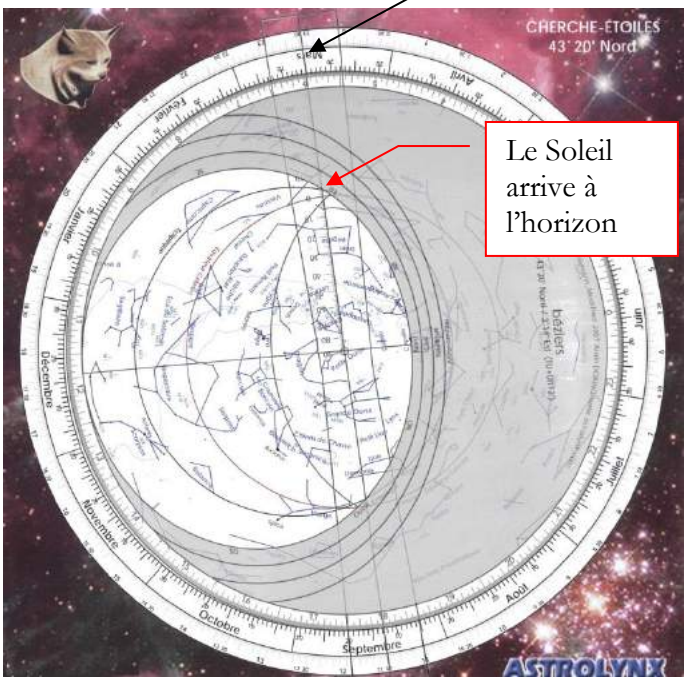
Remarque : Le décalage entre l'écliptique et l'équateur céleste est due à l'inclinaison de l'axe de la Terre par rapport au plan de sa rotation autour du Soleil.

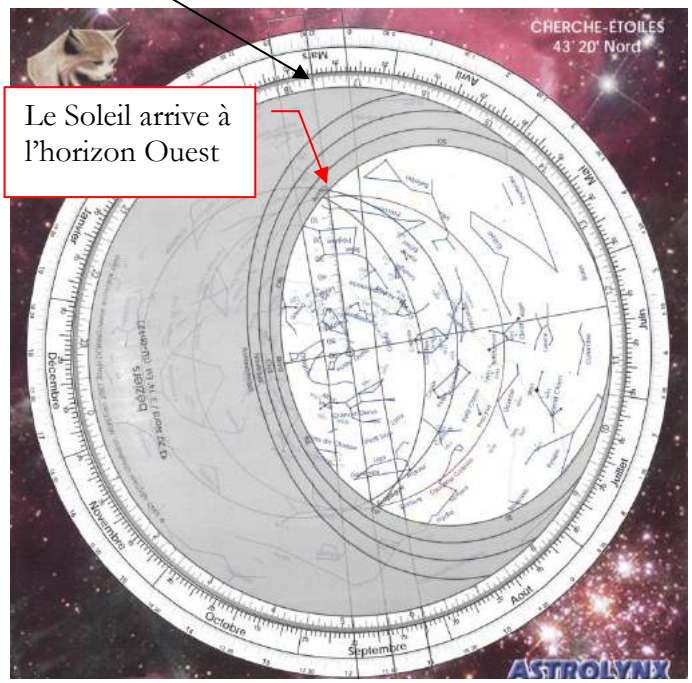
Pour trouver les heures de lever et de coucher à une date donnée, il suffit de faire pivoter le cache ciel en pointant la règle des déclinaisons sur la date voulue.

Lorsque le Soleil arrive à l'horizon Est de la partie transparente, il se lève et va se coucher lorsqu'il atteint l'horizon Ouest de la partie transparente.

Ainsi le 15 mars, le Soleil se lève à 6h02 TU+12mn soit 7h14min à nos montres

et se couche à 17h38 TU+12mn soit 18h50 à nos montres.

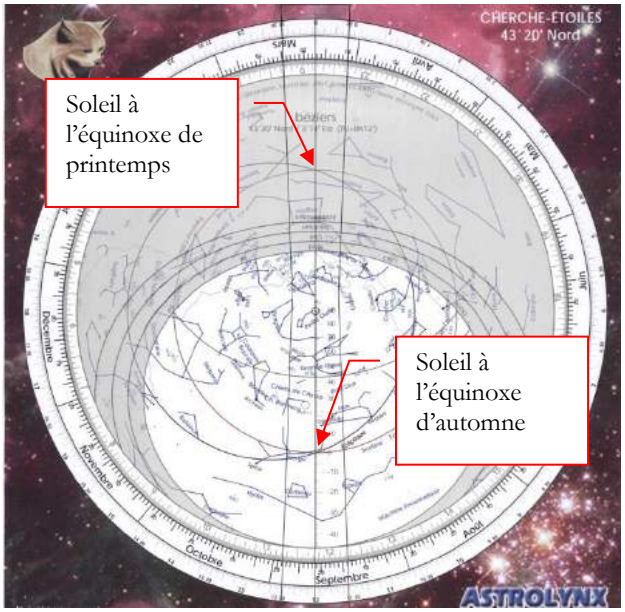




Ainsi avec cet outil rudimentaire, vous pouvez retrouver la durée des jours et des nuits de chaque jour de l'année en fonction de votre lieu d'habitation. Il suffit d'avoir sous la main le cherche étoile adapté.

Aux équinoxes de printemps et d'automne, le Soleil se trouve à l'intersection de l'écliptique et l'équateur céleste. Les positions relatives du Soleil par rapport à la Terre sont identiques d'où des durées des Jours et des nuits équivalentes.

On peut ainsi retrouver les dates de ces deux évènements astronomiques.

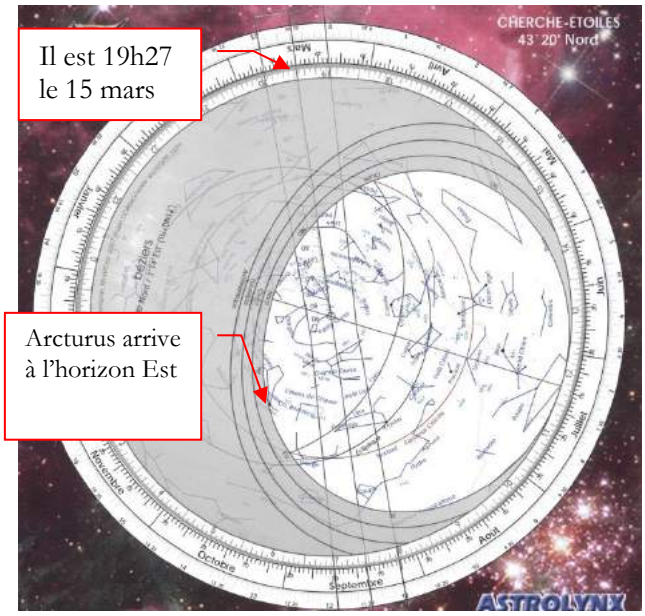


Repérage des autres étoiles : Lever, coucher et Culmination.

a. Lever et coucher

Ce qui est vrai pour le soleil, l'est aussi pour les autres objets célestes. En reprenant la méthode précédente mais en pointant sur un objet céleste visible sur la carte du ciel, vous pouvez déterminer son heure de lever et de coucher et donc le moment où il sera observable.

On peut par exemple pour le 15 mars déterminer l'heure de lever de l'étoile Arcturus car elle arrive à l'horizon Est à 19h27 TU+12mn et elle se couche à 9h40 TU+12mn car c'est à ce moment-là atteint l'horizon Ouest de notre ciel visible.



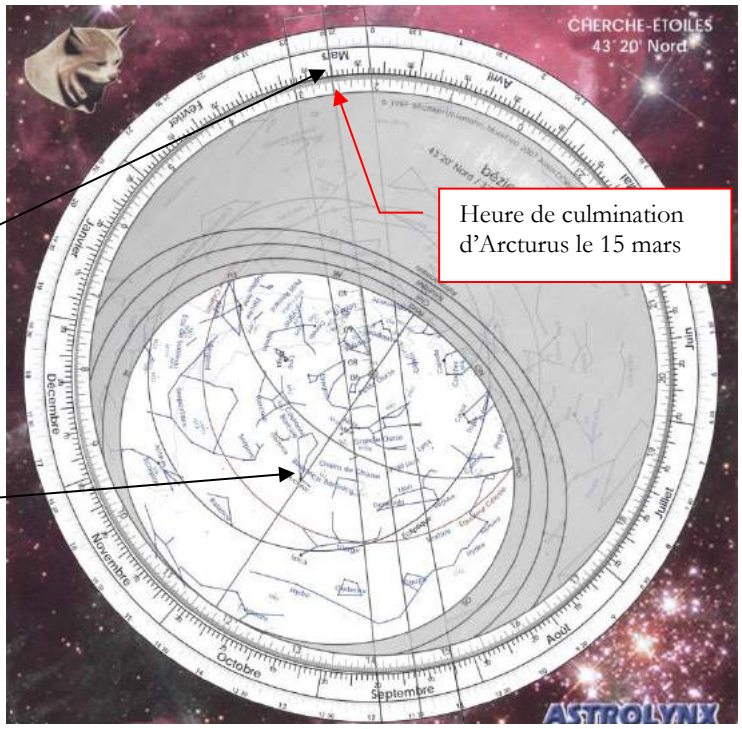
Vous pouvez ainsi déterminer si une étoile ou un objet est observable pendant la soirée d'observation. Cela fonctionne avec tous les objets qui ont été repérés sur la carte du ciel que vous avez.

Pour les autres objets, il faut savoir où ils sont et le prochain paragraphe devraient vous permettre de les placer et donc de déterminer si ils seront ou non visibles pendant la nuit ou au moment de votre observation.

b. La culmination d'un astre.

En plus du lever et du coucher, on peut déterminer le point de culmination d'un objet c'est le phénomène astronomique correspondant au passage d'un astre au méridien céleste d'un lieu donné.

- Pointer la date avec la règle des déclinaisons
- Aligner le méridien du cache ciel avec l'objet voulue (ici Acturus)
- L'heure de culmination se lit directement sur la règle des déclinaisons (ici 2h35 TU+12mn)



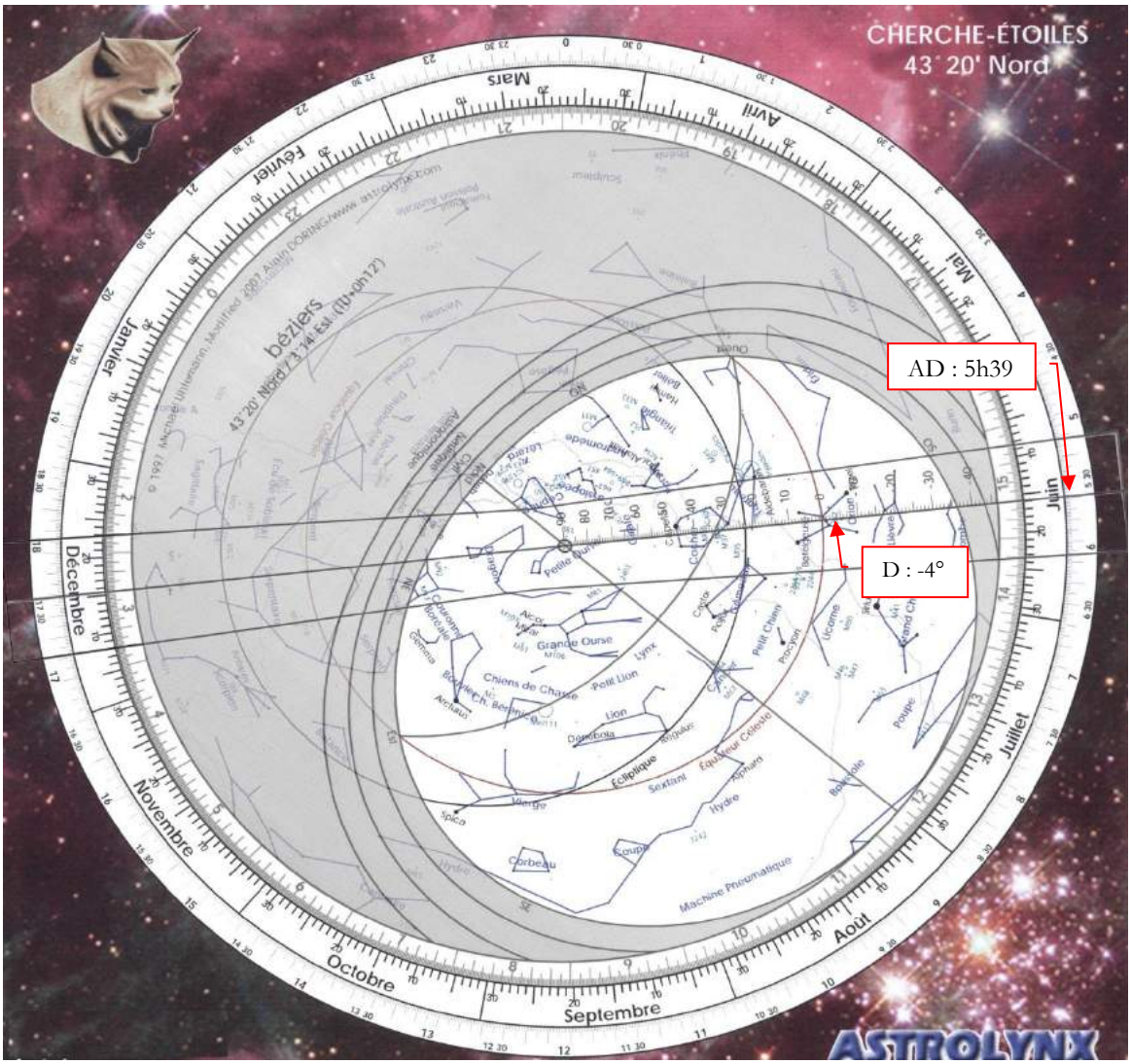
Détermination des coordonnées équatoriales d'un objet céleste.

Dans le détail des informations contenues dans les différents cercles gradués du cherche étoile, vous avez noté la présence de l'ascension droite et des déclinaisons qui servent à repérer les objets par leurs coordonnées.

Avec le cherche étoile vous pouvez ainsi retrouver ces informations en repérant l'ascension droite d'un objet en pointant cet objet avec la règle des déclinaisons.

L'ascension droite est définie par rapport à la position du méridien céleste à l'équinoxe de printemps.

Ainsi sur l'exemple ci-dessous, vous trouverez les coordonnées de M42, la nébuleuse d'Orion AD : 5h39 ; D : -4°.



Si maintenant, vous trouvez, sur une éphéméride astronomique ou un logiciel, les coordonnées d'un objet céleste, vous saurez le placer sur le cherche étoile donc le repérer par rapport à des étoiles visibles.

Et les planètes dans tout ça…

Pour les planètes, elles n'ont pas leur place sur un cherche étoile car elles ont un mouvement par rapport aux étoiles.

Toutefois, avec un logiciel ou les éphémérides astronomiques vous pouvez obtenir leurs coordonnées équatoriales au moment de vos observations. Il ne vous reste plus qu'à les placer à la date et l'heure choisies pour savoir où et quand vous pourrez les voir.

Remarque : Avec un peu d'entrainement on repère facilement les planètes des étoiles soient parce qu'elles brillent davantage c'est vrai pour Vénus et Jupiter soient parce que leur luminosité reste constante contrairement aux étoiles qui scintillent.

Quelques liens utiles (sites fiables, institutionnels avec une adresse pérenne) :

http://www.astrolynx.com/Demande_CE.html
http://www.imcce.fr/fr/ephemerides/

Bibliographie et références :

La mythologie d'Eratosthène : Le Ciel Mythes et histoire des constellations, Nil éditions.

Prolongements :

- **Prévoir un topo sur les coordonnées équatoriales, horizontales ou galactiques**
- **Lier avec l'utilisation d'un logiciel Stellarium, carte du ciel, C2A ou autres.**
- **La mythologie des constellations.**

Comment mesurer le diamètre d'un cratère lunaire?

Méthode photographique

But: A partir d'une image de la Lune d'assez haute résolution, où la Lune n'est pas visible en entier, déterminons le diamètre d'un cratère.

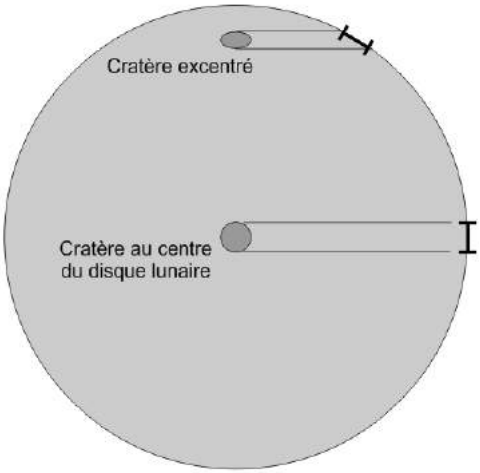
Principe: On va comparer le diamètre du cratère au diamètre supposé connu de la Lune. Mais comme sur l'image, la Lune n'est pas entière, il va falloir une petite astuce…

Technique: L'image doit être d'une résolution suffisante pour que les cratères soient bien visibles. Il faut donc capturer une image avec une focale assez longue (au minimum 600mm de focale). L'idéal est de capturer une vidéo, et d'en compositer les images afin d'en obtenir la moyenne, puis d'accentuer légèrement ses détails (voir tutoriel sur l'acquisition des images planétaires).

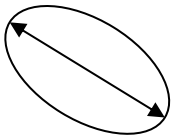
Exemple de mesure :

Image de novembre 2012, C8 prêté par ***Astronomie à l'Ecole****, caméra PL1-M*

Problème n°1: Les cratères sont globalement circulaires, mais pourtant, sur l'image, ils sont tous elliptiques. C'est bien sûr parce que la Lune est sphérique, et que les cratères situés sur le bord du disque lunaire sont aplatis par la déformation de perspective, comme l'indique le schéma ci-contre.

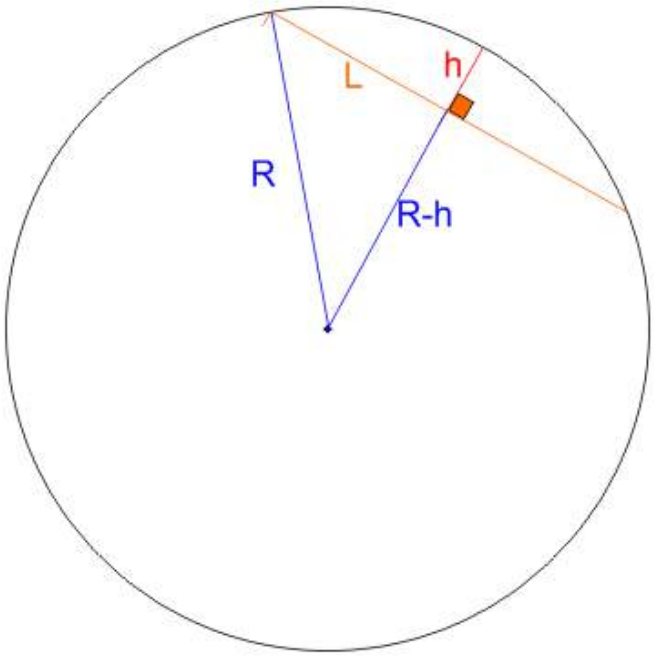


Il faudra donc mesurer le grand axe du cratère déformé, qui correspond au diamètre du cratère non déformé par la perspective:



Problème n°2: Si le cratère est 100 fois plus petit que le diamètre de la Lune, connaissant ce dernier, il n'est pas très difficile de trouver le diamètre du cratère... Mais comme la Lune sur l'image n'est pas visible en entier, il faut pouvoir d'abord retrouver le diamètre en pixel de la Lune, sur l'image, pour que le diamètre du cratère lui soit comparé.

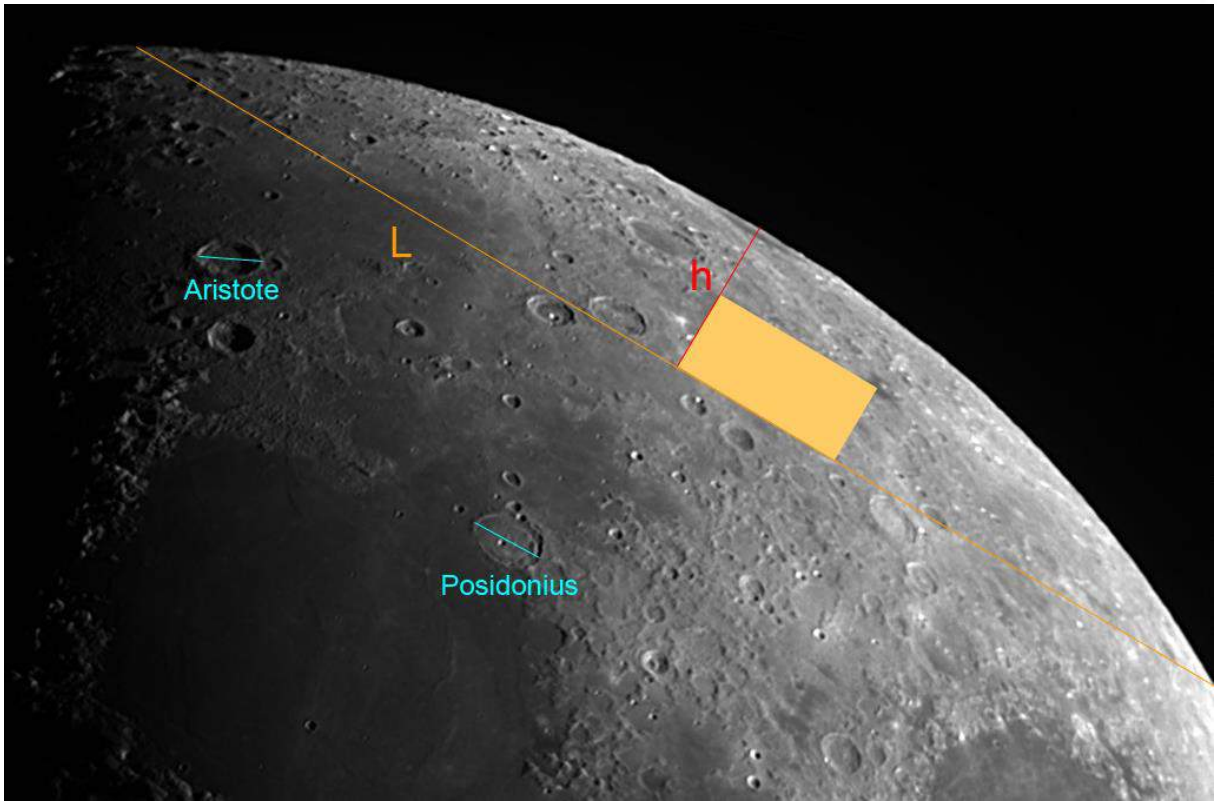
C'est là qu'intervient une petite astuce Phytagoricienne:



Vous voyez certainnement qu'ici: $(R-h)^2 + L^2 = R^2$

Si on développe et simplifie cette équation, il reste: $R = \frac{h^2 + L^2}{2h}$

Ce qui nous indique ce qu'il faut tracer sur notre image de la Lune, pour avoir son rayon en pixels:



Les mesures de longueurs en pixels se font facilement avec n'importe quel logiciel de retouche photo.

Mesures:

Sur l'image précédente, on trouve: L = 530 px
h = 138 px

Ce qui donne le rayon de la Lune sur l'image: R = 1087 px

Alors qu'une question posée à un navigateur internet nous donne comme rayon lunaire R = 1736 km

Un simple rapport nous permet de savoir combien on a de kilomètres par pixel:
1736km / 1087px = 1,6 km/px sur cette photo.

On a donc un coefficient d'échelle d'environ 1,6 km par pixel.

Si on s'attaque au cratère Posidonius: Sur l'image, son grand axe vaut 62 px
Ce qui donne "en vrai" 62 x 1,6 # 99 km
(Virtual Moon indique 96 km)

Si on joue avec le cratère Aristotes: Sur l'image, son grand axe vaut 54 px
Ce qui donne "en vrai" 54 x 1,6 # 86 km
(Virtual Moon indique 87 km)

Champs disciplinaires :

- Questionnement scientifique (parfois appelée "démarche d'investigation"…)
- Problèmes mathématiques
- Utilisations des échelles
- Recherche d'informations
- Incertitudes de mesures
- Sans compter toute la partie basée sur la technique de capture de l'image

Matériel nécessaire:

Sans image: Il faut la capturer, donc:

Un télescope ou une lunette ou un téléobjectif d'au moins 600 mm de focale

Une monture équatoriale motorisée si on veut d'abord capturer une vidéo (pas indispensable)

Une webcam (capture vidéo) ou un appareil photo réflex associé au télescope.

Pour le travail sur l'image:

Elle peut être simplement imprimée, et le travail se fait à la règle

Sinon, un logiciel de retouche d'image comme The Gimp, Photoshop ou autre fait l'affaire.

Pour la comparaison avec la réalité:

Une connexion Internet

Ou un logiciel de cartographie lunaire comme "Virtual Moon"

Comment peser une planète comme Jupiter ou Saturne?

Méthode photographique

But: A partir d'une série d'images de la planète géante choisie, et des positions successives des satellites, trouver leurs périodes de révolutions et la masse de la planète centrale.

Plus vous aurez droit à une longue période de beau temps et plus ce sera facile. La manipulation est intéressante tant par la technique de prise de vue que par le traitement des mesures.

Capture des images:

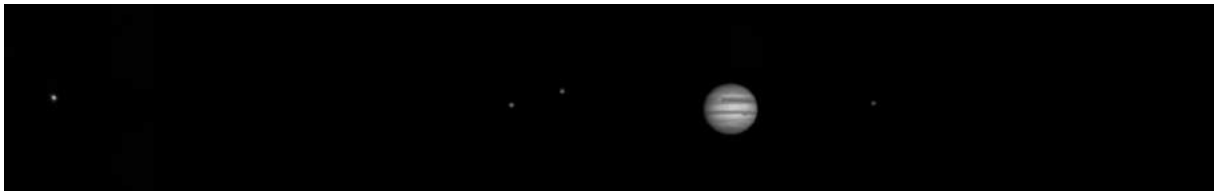
Jupiter n'a pas un bien gros diamètre apparent, Saturne encore moins. L'instrument de capture devra donc avoir une assez longue focale, ou bien il faudra utiliser des accessoires comme une lentille de Barlow ou un tirage oculaire. Cependant, avec un mètre de focale environ, on a déjà des mesures utilisables au moins sur Jupiter.

La prise de vue est classique en imagerie planétaire: On part d'une vidéo de quelques centaines d'images, que l'on empile (on en fait une moyenne) avec un logiciel adapté, comme Registax par exemple.

Bien entendu, le télescope doit être vaguement mis en station (un peu mieux que vaguement si possible) afin que la planète ne dérive pas trop dans le champ pendant l'acquisition.

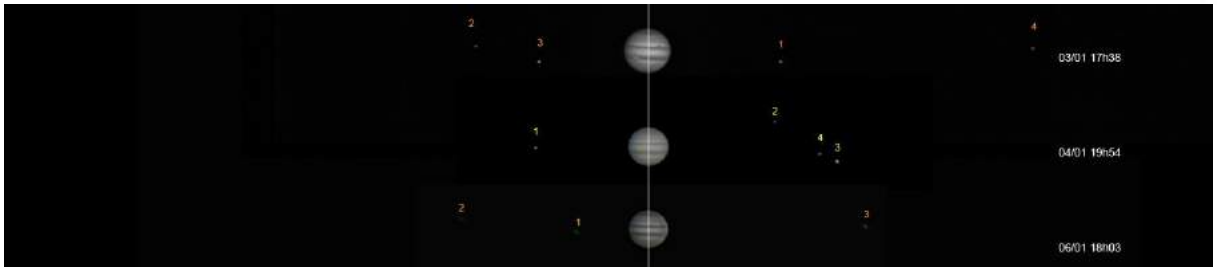
Premier problème, pour saisir les satellites, il faut poser un peu plus longtemps, et le disque de la planète devient baveux. Or, il est important d'avoir son diamètre réel sur l'image. Vous risquez donc, pour chaque acquisition, de devoir en faire une pour capturer le disque planétaire, et une autre pour les satellites. Ensuite, vous les combinerez en une image unique avec un équivalent de Photoshop ou de Gimp. La superposition exacte des images est alors nécessaire pour ne pas trop perdre en précision de mesure.

Idéalement, chaque nuit, une ou plusieurs captures sont réalisées, afin d'obtenir l'équivalent de ceci pour une capture:



Crédits: Astro à l'école, C8

Et de cela pour une série:



Si vous n'avez pas de quoi faire les captures, un fichier joint contient une série d'images toutes faites, avec les imperfections propres aux véritables captures…

Un autre problème peut se poser: comment identifier les satellites? Si on ne les suit pas d'heure en heure, il peut-être délicat de savoir si tel petit point à gauche est bien le même que celui qu'on trouve à droite, trois jours plus tard (Io, Europe, Ganymède ou Callisto?)…

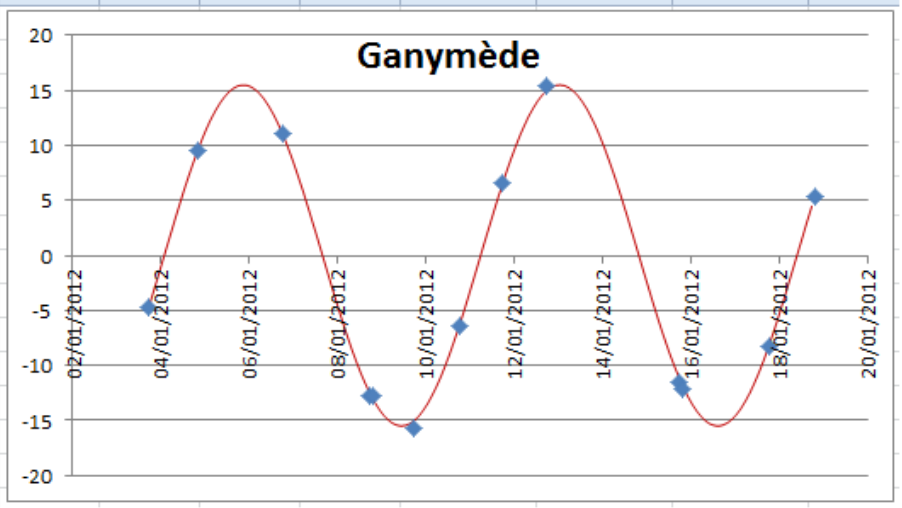
Là, une petite tricherie peut rendre service: l'utilisation d'un logiciel d'éphémérides, comme "Carte du Ciel", ou des éphémérides en ligne.

Traitement des mesures:

Sur chaque image, on relève la position des satellites en "rayons planétaires". Dans cette version, on supposera celui-ci connu (71500 km). Il n'est pas interdit de tenter de le mesurer par soi même, mais c'est une autre expérimentation.

On place ensuite les mesures en tableur (position de Ganymède en rayons jupitériens, en fonction du temps):

	A	B
1	Dates	Gany rj
2	03/01/2012 17:38	-4.77193
3	04/01/2012 19:54	9.5918367
4	06/01/2012 18:03	11.020408
5	08/01/2012 17:45	-12.73469
6	08/01/2012 18:55	-12.84
7	09/01/2012 17:20	-15.70909
8	10/01/2012 18:25	-6.392857
9	11/01/2012 17:20	6.5090909
10	12/01/2012 17:45	15.381818
11	15/01/2012 17:40	-11.48936
12	15/01/2012 19:06	-12.21739
13	17/01/2012 18:25	-8.297872
14	18/01/2012 19:15	5.2765957



Les points bleus sont les mesures expérimentales. Il y a des trous, car il ne faisait pas toujours beau, ou bien d'autres préoccupations survenaient… La courbe qui vous intrigue est la

rouge, elle est purement mathématique, c'est elle qui contient l'information "période" du satellite, voyons cela.

Pour trouver cette période, supposons l'orbite circulaire, il faut tenter de faire passer une sinusoïde par un maximum de points: la tableur va nous rendre bien service.

Il faut faire coller aux mesures une sinusoïde théorique, de cette façon:

K	L	M	N	O	P
dates	theo gany		Gany	R Jupiter (m)	
03/01/2012 17:38	-4.63643021	R (ray jup)	15.5	7.15E+07	
03/01/2012 22:26	-1.98269251	T (j)	7.16		
04/01/2012 03:14	0.73196155	phi (d°)	8		
04/01/2012 08:02	3.42412678				
04/01/2012 12:50	6.01108893	M=4.pi²R³/(T².G)	2.1E+27	kg	
04/01/2012 17:38	8.41336603				
04/01/2012 22:26	10.5571504				
05/01/2012 03:14	12.3765762				
05/01/2012 08:02	13.8157434				
05/01/2012 12:50	14.8304348				

=$N$2*SIN(2*PI()*K2/$N$3+RADIANS($N$4))

La formule à placer en L2 doit ressembler à ceci: A.sin (2.π.t/T+Φ), elle donne l'élongation du satellite en fonction du temps.

A est l'amplitude de la sinusoïde, elle correspond à la plus grande élongation possible du satellite.

t est la date de prise de vue

T est la période orbitale du satellite

Φ est le décalage de la sinusoïde par rapport à l'origine (le déphasage)

Bien sûr, il faut la rentrer avec un langage compréhensible par le tableur. Vous avez son aspect dans le rectangle orange ci-dessus.

C'est vous qui aurez le bonheur d'entrer les valeurs en vert, par tâtonnement, jusqu'à obtenir la sinusoïde qui colle le mieux à vos mesures. Là, il faut de la patience (Remarque : on peut utiliser d'autres logiciels comme Regressi par exemple).

Mais on y arrive…

La fin n'est qu'une formalité: ayant obtenu la période de révolution du satellite, connaissant le rayon de son orbite (parce qu'on connaît une référence, le diamètre réel de Jupiter), on en déduit, grâce à la troisième loi de Kepler, la masse de Jupiter:

$\boxed{M = \frac{4.\pi^2.R^3}{T^2.G}}$ où G est la constante de gravitation universelle, $6{,}67.10^{-11}$ S.I. D'ailleurs, vous n'oublierez pas de mettre toutes les grandeurs dans le système international d'unités (m, s…) pour trouver une masse en kg à la fin…

D'après Wikipédia, Jupiter pèse $1{,}9.10^{27}$kg. Et vous, combien trouvez-vous?

Matériel nécessaire:

Sans image:
Il faut la capturer, donc:

Un télescope ou une lunette ou un téléobjectif d'au moins 1000 mm de focale
Une monture équatoriale motorisée pour pouvoir d'abord capturer une vidéo
Une webcam (capture vidéo)

On peut également utiliser le logiciel Stellarium

Pour le travail sur les images:

De quoi empiler les images de la vidéo (Registax)
Sinon, un logiciel de retouche d'image comme The Gimp, Photoshop ou autre fait l'affaire.

Pour l'identifcation éventuelle des satellites:

Un logiciel comme "Carte du Ciel" ("SkyMap")

L'orbite de la Lune autour de la Terre est-elle circulaire?

Objectif: Montrer que la distance Terre-Lune n'est pas constante au cours d'une lunaison, et donc, que son orbite n'est pas un cercle.

Matériel nécessaire:

-Un appareil réflex numérique équipé d'une focale de plus de 300mm, ou même un appareil compact, avec un puissant téléobjectif, sur pied.

-Un logiciel de traitement d'images (mesure de longueurs en pixels), comme Gimp ou Photoshop.

Principe: On fait une image tous les jours de la Lune, avec la même focale, on relève la date et l'heure de la prise de vue. Ensuite on mesure la taille de notre satellite sur l'image.

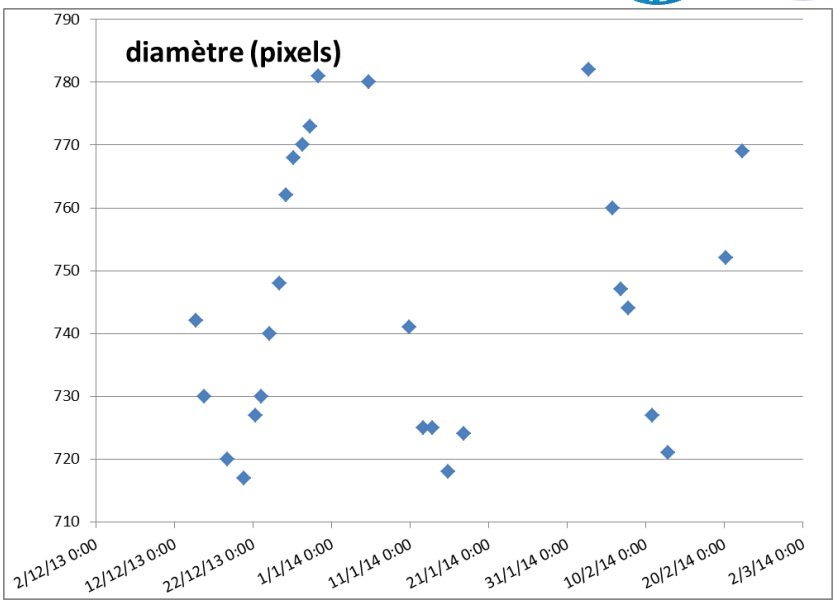
Enfin, un petit traitement des mesures sous tableur, afin de tracer la courbe donnant le diamètre (en pixels sur l'image) en fonction de la date permet de visualiser les choses.

Voici un exemple d'image, réduite ici pour la mise en page. Un document plein format est disponible sur le site (obtenu avec un appareil reflex et un téléobjectif de 500mm de focale: phase500.jpg).

Crédit Astro à l'Ecole

Bien entendu, il en faut bien plus que ça pour avoir des données utilisables, et donc avoir une bonne météo qui dure longtemps, de la patience, et… ne pas rechigner à se lever un peu dans la nuit pour les phases d'après dernier quartier (ou être très matinal…).

Voilà un exemple de mise en graphique des mesures:



Exploitation

-Elles montrent de façon claire que l'orbite de la Terre n'est pas circulaire, on peut donc commencer à parler des ellipses…

-Avec des mesures plus fines, il doit y avoir moyen de monter que la Lune passe moins de temps au périgée (point le plus proche de la Terre), qu'à son apogée (point le plus loin), ce qui permet de parler de la "loi des aires", de Képler.

-On peut obtenir une mesure de l'excentricité de l'orbite lunaire, puisque son diamètre apparent est inversement proportionnel à sa distance:

$$e = 1 - \frac{2}{(r_a/r_p) + 1}$$

-Elles permettent de réfléchir à l'incertitude de mesure, et de se demander par exemple si prendre l'image de la Lune basse sur l'horizon donnera la même mesure que quand elle est plus haute…

Ce qui fait quelques pistes à explorer…

Comment comprendre les phases de la Lune?

Objectif:

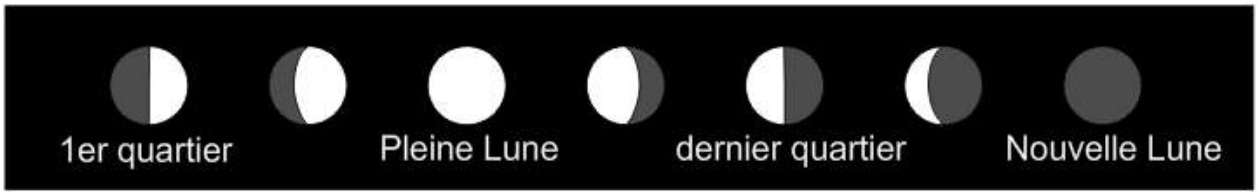
-Le but n'est pas simplement d'expliquer les causes des phases de la Lune, mais aussi de pouvoir prédire les conditions d'observations de la Lune à partir d'un simple calendrier des postes.
-Un objectif peut être aussi, à partir d'une image où la Lune est présente, d'être capable d'en tirer des informations horaires, ou de vérifier un éventuel trucage.

Observation:

Voici un morceau du calendrier de 2015. Je tiens absolument à observer la Lune le jour de la St Robert, le **30 avril 2015**. A quoi s'attendre? Où sera-t-elle dans le ciel? Vers quelle heure pourrais-je l'observer? Sera-t-elle haute ou basse au-dessus de l'horizon?

JANVIER		FEVRIER		MARS		AVRIL		MAI		JUIN	
1 J Jour de l'an		1 D Ella		1 D Aubin		1 M Hugues		**1 V Fête du travail**		1 L Justin	23
2 V Basile		2 L Présentation	06	2 L Ch.le Bon	10	2 J Sandrine		2 S Boris		2 M Blandine	○
3 S Geneviève		3 M Blaise	○	3 M Guénolé		3 V Richard		3 D Phil.,Jacq.		3 M Kévin	
4 D Odilon		4 M Véronique		4 M Casimir		4 S Isidore	○	4 L Sylvain	○19	4 J Clotilde	
5 L Edouard	○02	5 J Agathe		5 J Olive	○	**5 D Pâques**		5 M Judith		5 V Igor	
6 M Mélaine		6 V Gaston		6 V Colette		**6 L L. de Pâques**	15	6 M Prudence		6 S Norbert	
7 M Raymond		7 S Eugénie		7 S Félicité		7 M J-B. de la Salle		7 J Gisèle		7 D Gilbert	
8 J Lucien		8 D Jacqueline		8 D Jean de Dieu		8 M Julie		**8 V Victoire 1945**		8 L Médard	24
9 V Alix		9 L Apolline	07	9 L Françoise	11	9 J Gautier		9 S Pacôme		9 M Diane	◑
10 S Guillaume		10 M Arnaud		10 M Vivien		10 V Fulbert		10 D Solange		10 M Landry	
11 D Pauline		11 M ND de Lourdes		11 M Rosine		11 S Stanislas		11 L Estelle	◑20	11 J Barnabé	
12 L Tatiana	03	12 J Félix	◑	12 J Justine		12 D Jules	◑	12 M Achille		12 V Guy	
13 M Yvette	◑	13 V Béatrice		13 V Rodrigue	◑	13 L Ida	16	13 M Rolande		13 S Antoine de P.	
14 M Nina		14 S Valentin		14 S Mathilde		14 M Maxime		**14 J Ascension**		14 D Elisée	
15 J Rémi		15 D Claude		15 D Louise		15 M Paterne		15 V Denise		15 L Germaine	25
16 V Marcel		16 L Julienne	08	16 L Bénédicte	12	16 J Benoît-Joseph		16 S Honoré		16 M J. F. Régis	●
17 S Roseline		17 M Alexis		17 M Patrice		17 V Anicet		17 D Pascal		17 M Hervé	
18 D Prisca		18 M Bernadette	●	18 M Cyrille		18 S Parfait	●	18 L Eric	●21	18 J Léonce	
19 L Marius	04	19 J Gabin		19 J Joseph		19 D Emma		19 M Yves		19 V Romuald	
20 M Sébastien	●	20 V Aimée		20 V Printemps	●	20 L Odette	17	20 M Bernardin		20 S Silvère	
21 M Agnès		21 S Damien		21 S Clémence		21 M Anselme		21 J Constantin		21 D Eté	
22 J Vincent		22 D Isabelle		22 D Léa		22 M Alexandre		22 V Emile		22 L Alban	26
23 V Barnard		23 L Lazare	09	23 L Victorien	13	23 J Georges		23 S Didier		23 M Audrey	
24 S Fr. de Sales		24 M Modeste		24 M Cath. de Suède		24 V Fidèle		**24 D Pentecôte**		24 M Jean-Baptiste	◐
25 D Conv.de Paul		25 M Roméo	◐	25 M Annonciation		25 S Marc	◐	**25 L L. Pentecôte**	◐22	25 J Prosper	
26 L Paule	05	26 J Nestor		26 J Larissa		26 D Alida		26 M Bérenger		26 V Anthelme	
27 M Angèle	◐	27 V Honorine		27 V Habib	◐	27 L Zita	18	27 M Augustin		27 S Fernand	
28 M Th. d'Aquin		28 S Romain		28 S Gontran		28 M Valérie		28 J Germain		28 D Irénée	
29 J Gildas				29 D Gwladys		29 M Cath. de Sienne		29 V Aymar		29 L Pierre-Paul	27
30 V Martine				30 L Amédée	14	30 J Robert		30 S Ferdinand		30 M Martial	
31 S Marcelle				31 M Benjamin				31 D Visitation			

Les phases de la Lune y sont représentées, voici leurs noms:



Vous sauriez les reconnaître? Facile: si elle a la forme d'un "d", c'est un dernier quartier, si elle a la forme d'un "p", c'est un premier quartier. Heu… Tout ça est vrai dans l'hémisphère nord, si vous passez l'équateur, il faut inverser ces deux informations…

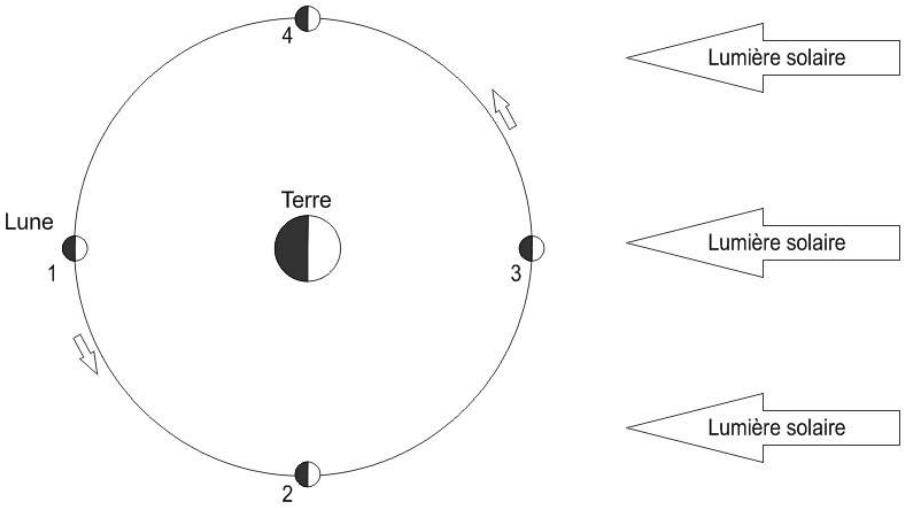
Analysons un peu la répartition des phases dans le calendrier: entre deux pleines Lunes, il y a environ 30 jours, d'une phase principale à l'autre, il y a environ 8 jours. Ah tiens… on vient de découvrir la raison de la durée d'un mois, et de celle d'une semaine. En gros, on change de phase principale toutes les semaines.

Comme les calendriers ne sont pas gradués en heures, mais en jours pleins, il y a des arrondis. La durée d'une lunaison est plus proche de 29,5 jours, ce qui nous fait un peu moins de 7,5 jours entre deux phases.

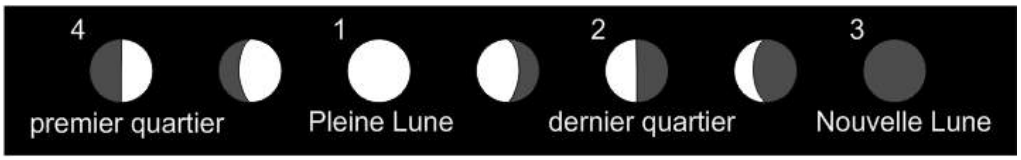
Ainsi, d'après notre calendrier, le 30 avril 2015, 5 jours après le 1er quartier (25 avril) la Lune aura passé un peu plus de la moitié de la durée séparant le 1er quartier de la pleine Lune (4 mai). On sera donc en phase gibbeuse croissante.

Mais il est temps de se demander la raison du changement d'aspect de la Lune au fil des jours. Il faut juste savoir à priori trois choses: la Lune est une sphère, elle nous tourne autour en environ 1 mois, et elle est éclairée par le Soleil.

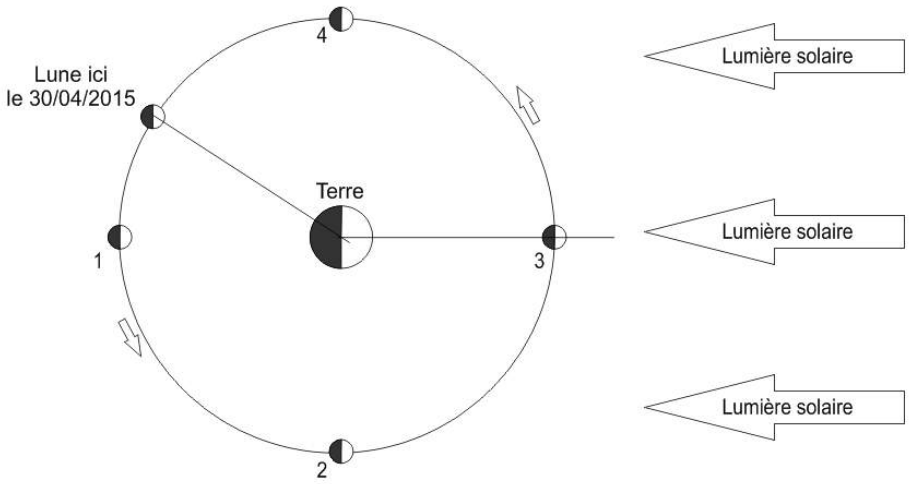
Voici un schéma célèbre:



Et ce que l'on voit depuis la Terre:



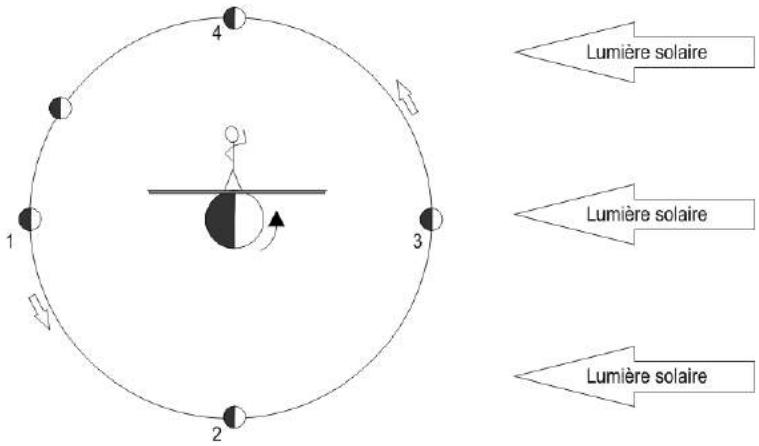
Où sera donc la Lune le 30 avril 2015? D'après l'étape précédente, ici:



Il y a donc dans les 145° entre la direction du Soleil et celle de la Lune. **Si on suppose la Lune et le Soleil fixes l'un par rapport à l'autre dans le ciel au cours de cette journée, sachant que la Terre tourne de 360° en 24h, donc 15° par heure, ces 145° sont parcourus en 9h40. On s'attend à une Lune qui se couche 9h30 plus tard que le Soleil.**

L'écart angulaire entre le Soleil et la Lune lorsque le Soleil se couche conduit à penser que le soir, à la tombée de la nuit, la Lune sera au Sud-Est (elle aurait été au Sud avec un écart de 90°).

Le schéma précédent permet de retrouver rapidement les horaires approximatifs auquels la Lune est au plus haut dans le ciel en fonction de sa phase. Il suffit de se souvenir que la Terre tourne sur elle-même dans le même sens que la Lune autour de la Terre:



Par exemple ici, alors que le Soleil se couche (18h solaire), la phase 4, le 1er quartier, est au plus haut dans le ciel, au Sud. Si la Lune était pleine (phase 1), elle serait en train de se lever à 18h.

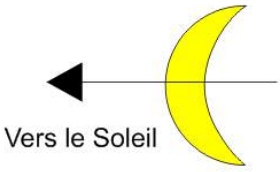
Au dernier quartier (phase 2), la Lune est haute au petit matin, et en nouvelle Lune, elle est très proche du Soleil, donc invisible, à moins qu'une éclipse survienne!...

Et le lendemain du 30 avril 2015? Elle sera où?

Comme la Lune tourne autour de la Terre, vers l'Est, et qu'elle fait un tour complet en environ 1 mois, elle parcourt donc environ 12° par jour. Ces 12° de décalage quotidien font qu'elle se lève tous les jours avec 50 min de retard sur la veille. Ou bien qu'elle se déplace par rapport au fond d'étoiles de son diamètre apparent (0,5°) en 1 heure.

Annexes:

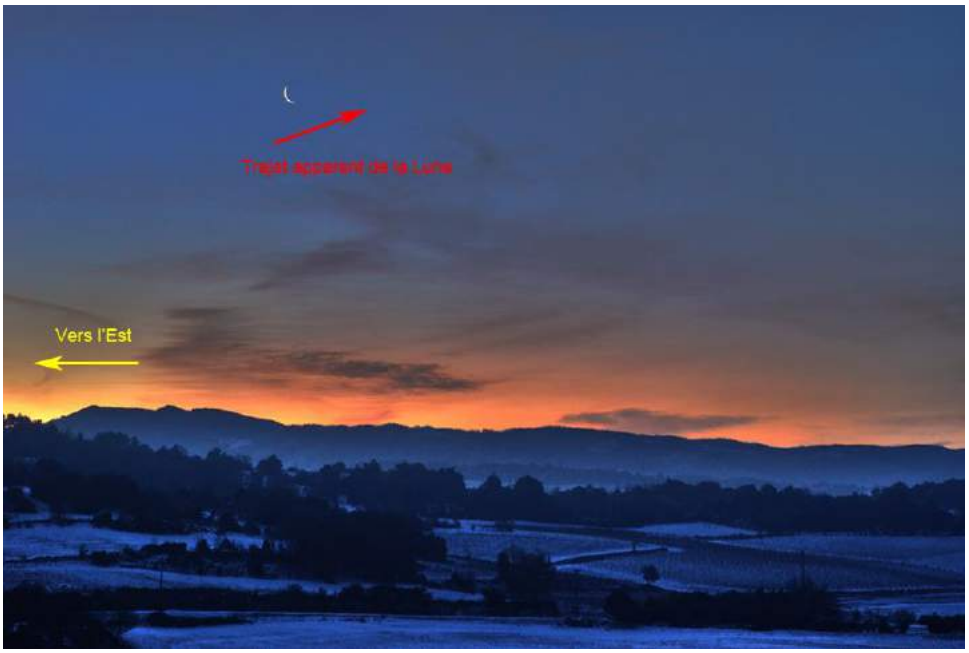
1/ Peut-on savoir vers quelle heure ce cliché a été pris (hémisphère Nord)?



La direction du Soleil est indiquée par la flèche qui serait tendue sur l'arc lunaire… Pas clair? Voyez le schéma ci-contre.

Ainsi, le Soleil sur l'image est encore sous l'horizon, tout à fait en bas à gauche, ce qui est confirmé par l'éclairage du ciel.

C'est donc un crépuscule: un matin ou un soir?



Si c'était un soir, le Soleil serait en gros à l'Ouest, et la Lune au Nord-Ouest… Ce qui n'est pas possible, elle ne peut pas se coucher en suivant un trajet globalement Nord-Sud.

Le Soleil est donc en gros vers l'Est (à l'effet saisonnier près…), la Lune est au Sud-Est, **c'est un petit matin**.

Autre argument : il s'agit d'un dernier croissant donc visible uniquement au petit matin.

2/ Que symbolise cette enseigne?

C'est l'enseigne d'une boulangerie, censée symboliser l'ouvrier qui travaille tôt le matin, bien avant le lever du Soleil, pour fabriquer son pain.

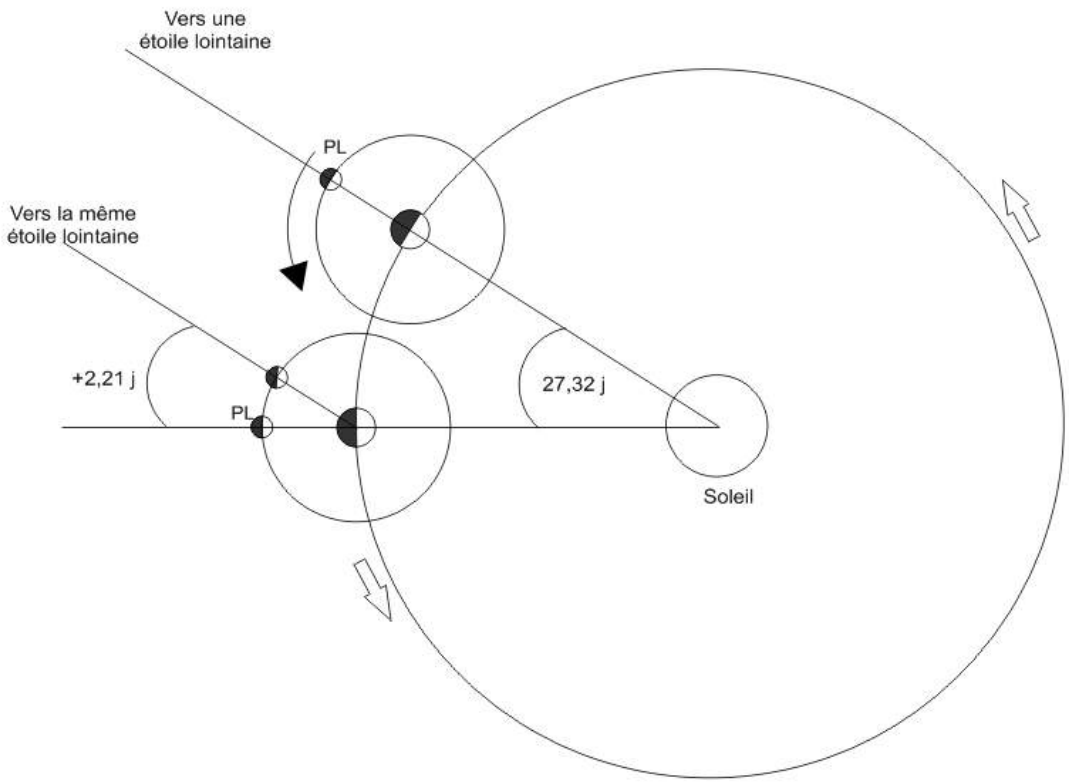
Mais, d'après l'image, le Soleil qui éclaire la Lune devrait être en haut à droite de l'image, donc levé depuis longtemps…

Interprétée scientifiquement, cette image ne met pas en valeur le travail matinal des boulangers, mais donnerait à penser qu'ils traînent un peu à se lever…

3/ Différence entre période synodique et période sidérale de la Lune:

Sur Wikipédia (ou autre…), en cherchant des informations sur la Lune, on trouve ces deux données:

Période synodique: 29,53 jours
Période sidérale (ou de révolution): 27,32 jours
Pourquoi ces écarts, et qu'est-ce que cela représente?
Voyez ce schéma, où le Soleil est pris en compte:



Vue depuis la Terre, il s'écoule 27,32 jours pour que la Lune (pleine par exemple) revienne en face de la même étoile (**période sidérale**). Mais comme pendant ce temps, la Terre a tourné autour du Soleil, il faut 2,21 jours de plus pour que la Lune redevienne pleine (c'est la **période synodique**, l'intervalle de temps qui sépare deux pleines lunes)

Comment trouver un objet du ciel profond avec un télescope, sans pointage automatique?

Introduction

Les étoiles sont innombrables dans le ciel, et au milieu d'elles, se cachent des profusions de petits objets discrets et subtils de toutes sortes: des nébuleuses de plusieurs modèles, des amas d'étoiles (ouverts ou globulaires), des galaxies etc…

Un astronome peut se sentir un peu déconfit pour les localiser, alors qu'il a déjà peut-être un peu de mal à repérer les constellations principales. Et comme ces objets sont dans leur très grande majorité, invisibles à l'œil nu, le désespoir s'installe, d'autant plus que ce n'est pas en déplaçant son télescope au hasard que l'on aura beaucoup de chance de tomber sur ces petits trésors.

La solution massivement employée depuis quelques années est le "pointage automatique". Une fois le télescope convenablement installé (mis en station), et étalonné (avec une ou plusieurs étoiles de référence), un petit ordinateur intégré à la raquette de commande de l'instrument se charge pour vous de trouver l'objet. Magique.

Mais aussi profondément ennuyeux… Et si vous avez un Dobson (un large télescope, très ouvert, donc rapide, mais sans monture équatoriale ni logiciel de pointage), ne pas trouver ces petits objets est vite très décevant. Pourtant, cela peut devenir un jeu très intéressant et plutôt amusant si l'on est patient.

Voyons comment faire, à propos de quelques objets choisis, plus ou moins faciles.

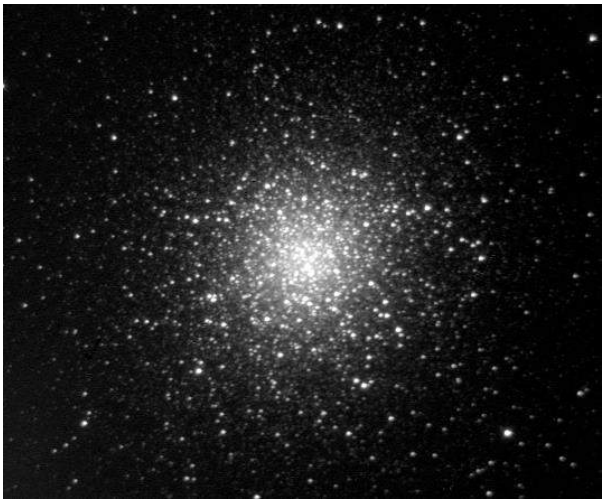
Accessoires indispensables pour débuter:

-Carte du ciel papier, ou logicielle (la deuxième version a l'avantage d'être zoomable: Carte du Ciel par exemple de P Chevalley, dont sont tirées les cartes suivantes)).
-Une paire de jumelles 7x50 ou 10x50mm (les autres fonctionnent aussi, les exemples fournis sont ceux qui sont adaptés à la majorité des situations)
-Son télescope, muni d'un chercheur, équipé d'abord d'un faible grossissement.
-Beaucoup de patience…

En été:

M13, l'amas d'hercule, un splendide amas globulaire, aux frontières de notre galaxie, peuplé d'un million de vieilles étoiles.

Avec un télescope de 150mm de diamètre, on commence à percevoir de nombreuses étoiles faibles qui parsèment un disque cotonneux et flou. Son observation en est fascinante.

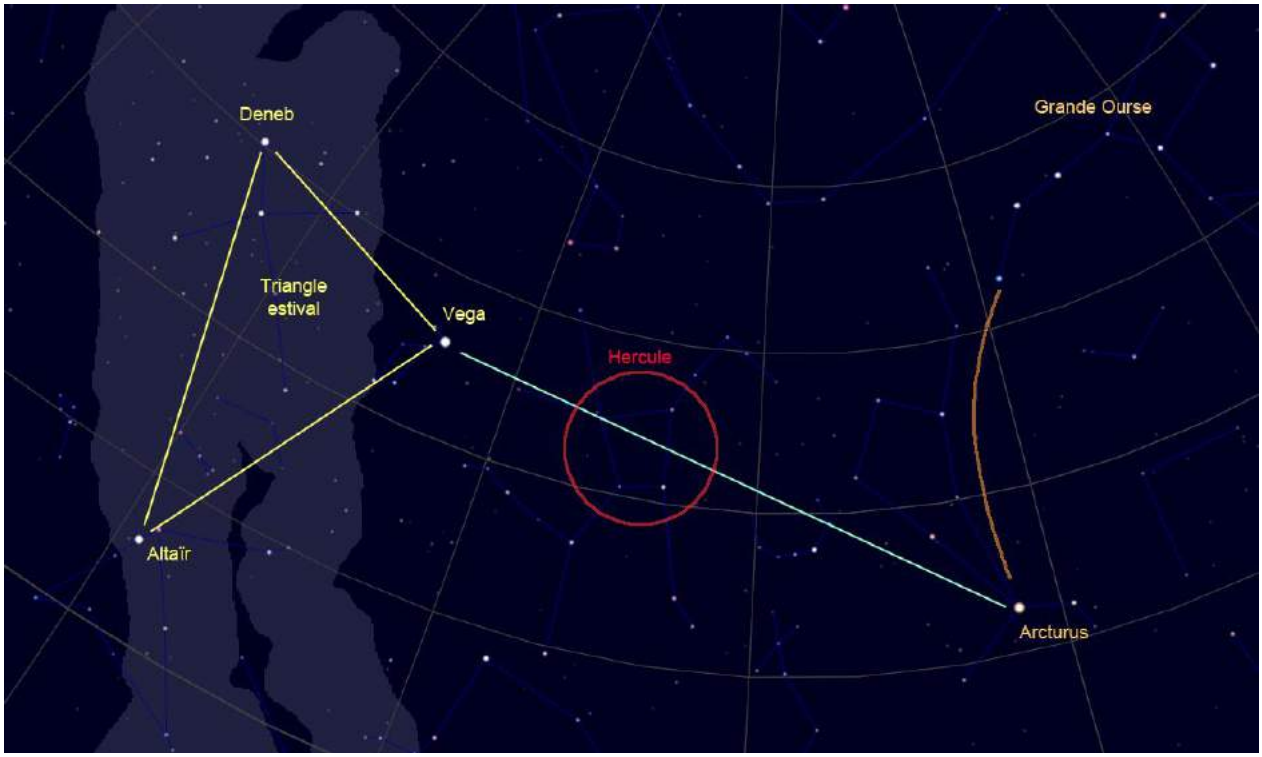


Crédit: Philippe Boeuf

Commençons large… Nous sommes en Juillet-Août, en train de scruter à l'œil nu un beau ciel d'été, dans l'hémisphère Nord:

Très haut dans le ciel, un immense triangle est difficile à rater: le triangle de l'été, constitué par les étoiles principales de 3 constellations différentes. Vous verrez aussi, en direction de l'Ouest, une lumineuse étoile orangée, c'est Arcturus, facilement repérable car située dans le prolongement du manche de la casserole de la grande Ourse.

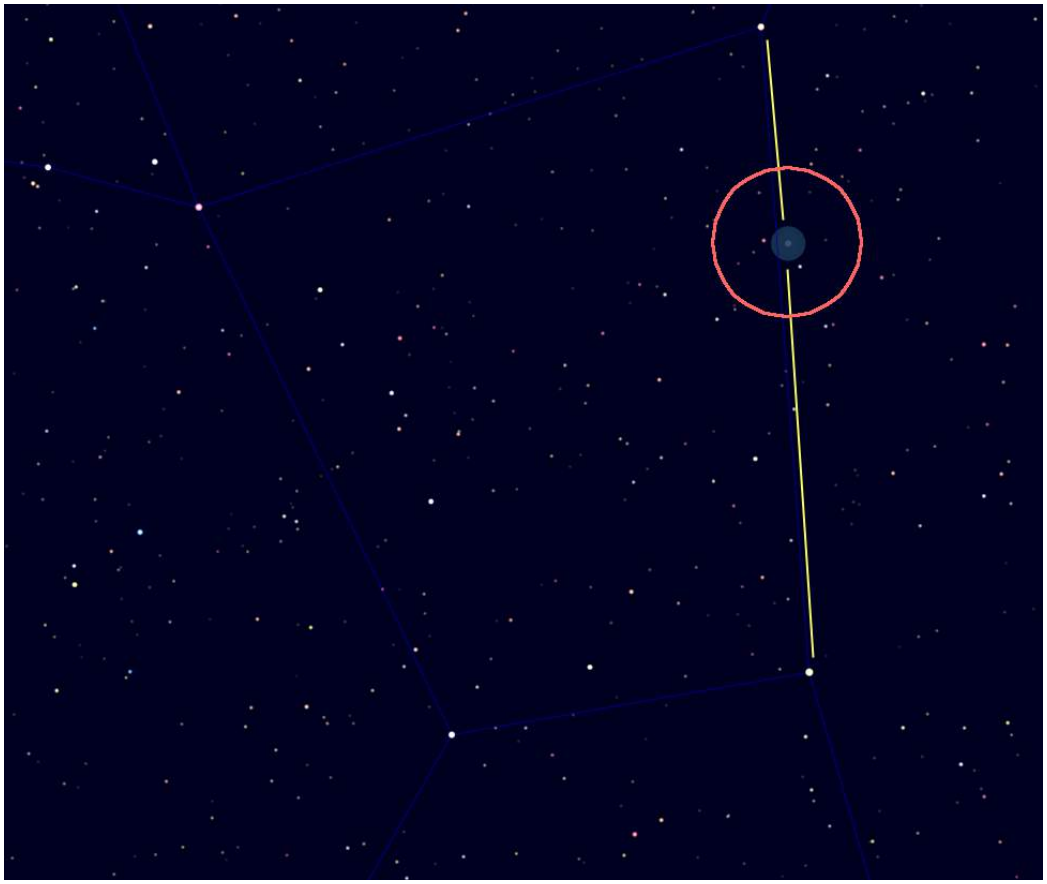
La constellation d'Hercule contient un trapèze bien marqué, au 1er tiers de la distance qui joint Véga (l'étoile la plus brillante du triangle estival) à Arcturus.



C'est ce principe de cheminement d'étoile à étoile qui sera à chaque fois utilisé, pour aller à la recherche des faibles objets.

Une fois dans Hercule, la paire de jumelle devient utile.

Repérez le plus long côté du trapèze, et évaluez la position d'un point situé au tiers supérieur de ce segment. C'est là qu'il faut découvrir M13, niché entre deux faibles étoiles, il se voit assez bien aux jumelles.



Enfin, en dernière étape, il faut utiliser votre télescope. Son chercheur est bien sûr indispensable. Les modèles "droits" sont les plus adaptés, évitez les versions "coudées", puisque la visée ne se fait alors plus dans l'axe du tube. J'ai tendance également à privilégier les vrais chercheurs, constitués d'une petite lunette, au détriment des versions de type "Telrad", qui se contentent d'un viseur à point lumineux, mais qui ne grandissent pas du tout l'image, pour les objets très subtils, ils ne sont pas très efficaces.

La technique est la suivante:

-Tous les freins du télescope sont libérés, s'il est correctement équilibré, il devrait tenir sa position tout seul.

-On vise l'étoile repère la plus proche de l'objet recherché avec son œil directeur, le long du tube du chercheur (ici, l'étoile située en haut du grand côté du trapèze d'Hercule)

-On la localise dans le chercheur, on la centre.

-Avec l'autre œil, à l'extérieur du chercheur, on mémorise le mouvement que l'on doit faire subir au télescope pour pointer l'objet, et on commence lentement à le réaliser.

-On ne se préoccupe pas du mouvement qu'ont les étoiles dans le champ du chercheur, qui probablement inverse les images.

-On finit alors pas repérer les deux petites étoiles encadrant une petite tache floue, et c'est terminé. Du moins, si le chercheur était bien aligné avec le télescope…

Si l'objet cherché est plus faible, il faut, à l'aide de la carte du ciel, repérer de nouveaux alignements, plus petits, qui seront directement suivis à travers l'oculaire, jusqu'à l'objet convoité.

Essayons un autre objet: **M27, ou Dumbbell**, une nébuleuse planétaire superbe au milieu du foisonnement d'étoiles de la voie lactée. C'est un vestige de la fin de vie d'une étoile, de taille comparable à celle du Soleil. C'est une façon de découvrir à quoi ressemblera notre étoile dans 5 milliards d'années.

Crédit: Philippe Boeuf

Il faut chercher dans le triangle de l'été, la constellation peu connue du petit Renard, une zone du ciel insignifiante située au Nord d'Altaïr, l'étoile principale de l'aigle.

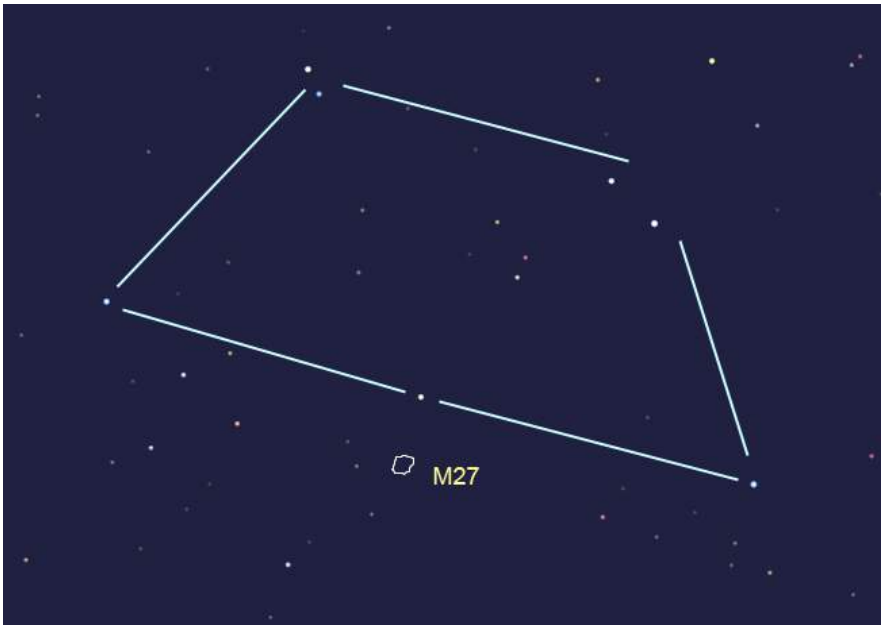
Le cheminement à trouver est astucieux, mais bien sûr, libre à vous d'en inventer d'autres, c'est aussi un intérêt de cette chasse à l'objet faible…

Altaïr est nettement encadrée par deux étoiles plus faibles assez semblables. Partez d'Altaïr aux jumelles, en suivant presque l'alignement des 3 étoiles vers le Nord, en montant légèrement. Vous découvrirez tout d'abord la constellation de la flèche.

Toujours au jumelles, les deux faibles étoiles du centre de la flèche pointent vers le centre d'un petit rapporteur (le fameux Petit Renard). Dumbell est située juste sous le zéro central du rapporteur, la nébuleuse est discrète, mais se voit aux jumelles

Vous pourrez suivre ce même parcours à l'aide du chercheur de votre télescope… En image, cela donne ceci:

Ou de plus près, en centrant le Petit Renard:



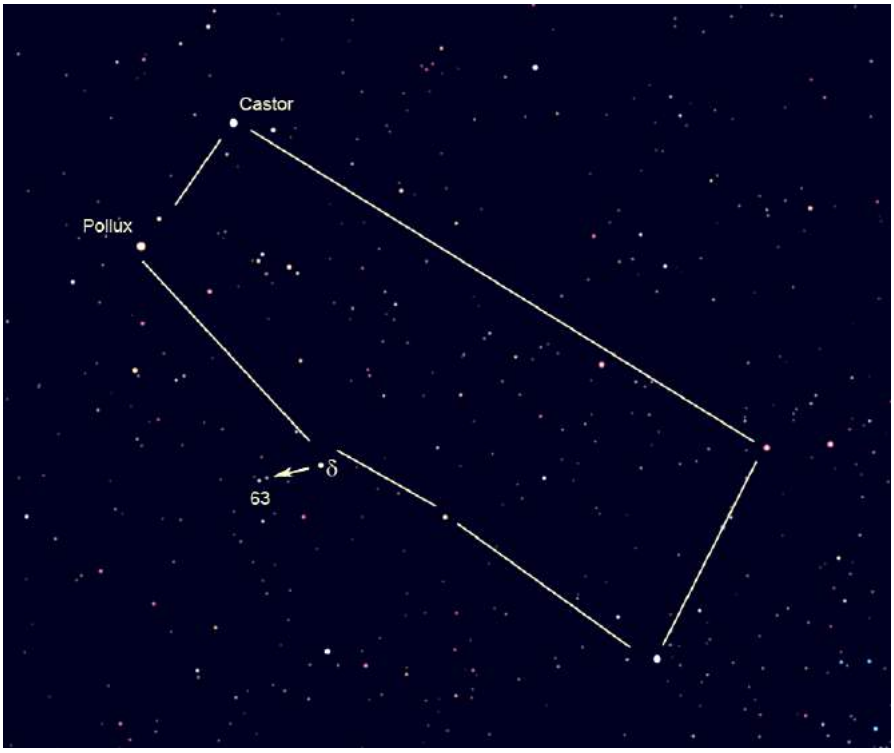
En hiver:

Un peu plus fort maintenant, en hiver, dans la constellation des Gémeaux, se cache **une rigolote minuscule nébuleuse planétaire: NGC 2392**. Comment la débusquer?

La constellation des Gémeaux forme un vaste rectangle au Nord-Est de la célèbre constellation d'Orion. Le petit côté du rectangle le plus à l'Est est marqué de 2 étoiles brillantes: Castor et Pollux, les jumeaux mythologiques.

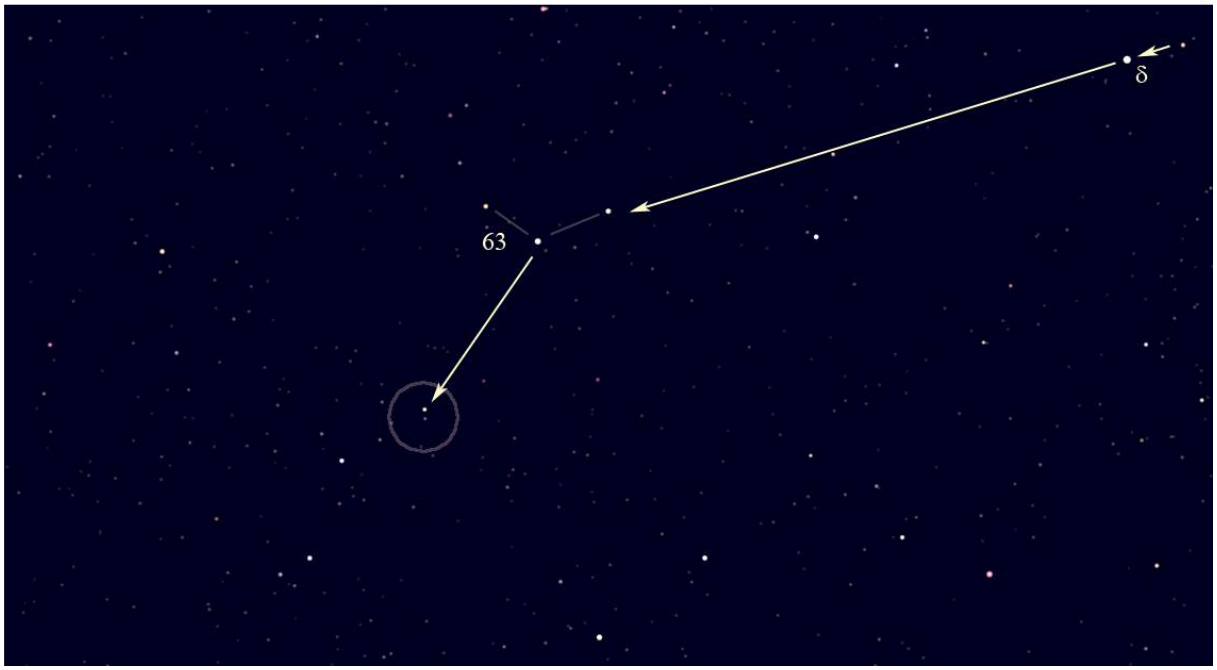
Une fois le rectangle repéré, localisez l'étoile répondant au doux nom de "δ", la plus brillante étoile, mais déjà discrète cependant, du grand côté inférieur du rectangle.

Crédit: Philippe Boeuf



Une fois δ localisée aux jumelles la chasse commence: Un petit coup de jumelles vous indique une discrète étoile à côté de δ, à elles deux, elles vous indiquent la direction de l'étoile "63", au sommet d'un petit triangle. C'est celui-ci que vous tenterez de pointer au chercheur du télescope.

Puis, légèrement au Sud-Est (vous pouvez déjà être à l'oculaire du télescope à ce moment), vous découvrirez ce qui semblera être une faible étoile double: mais la composante inférieure est NGC 2392. Il faudra grossir davantage pour en apprécier la structure en "tête d'Eskimo"…



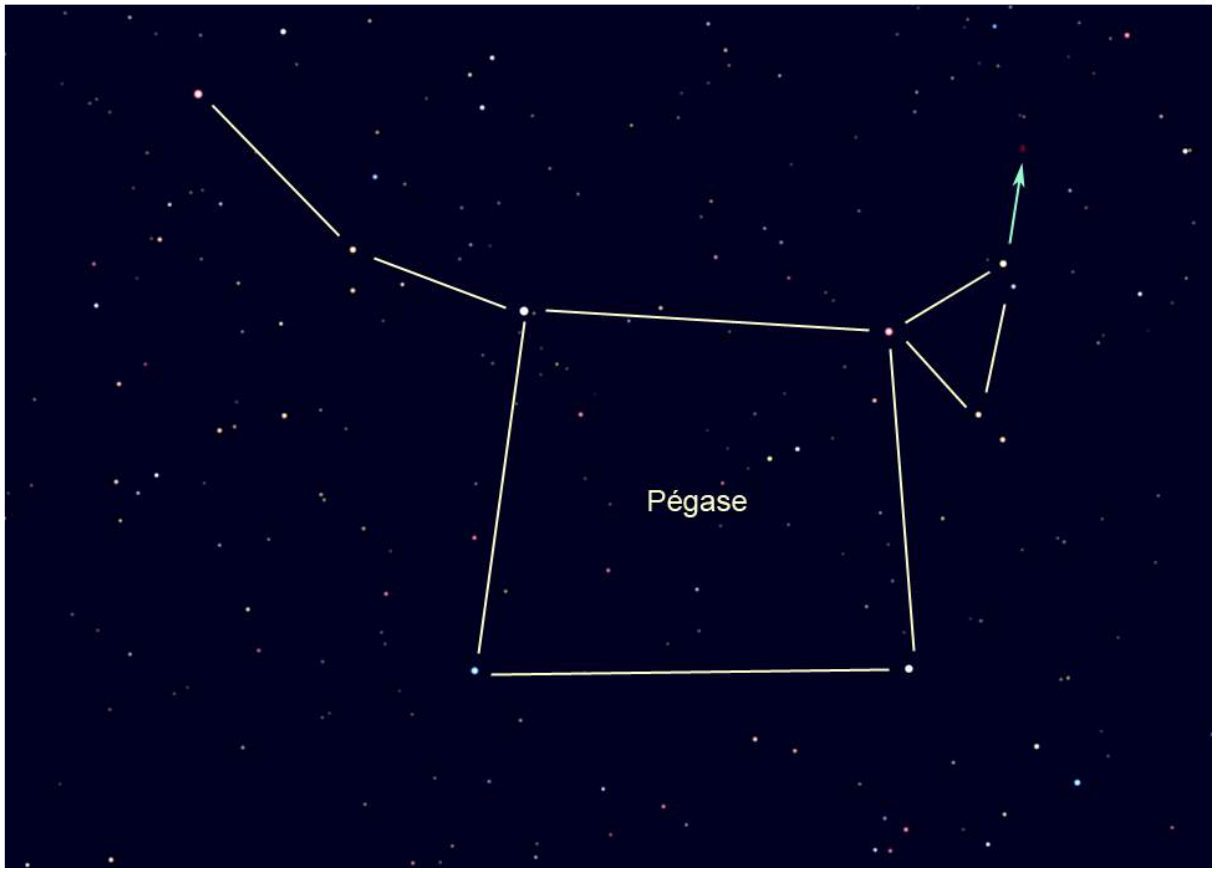
En automne:

Histoire de changer de catégorie, une petite galaxie dans Pégase, bien visible en automne: elle s'appelle **NGC 7331**. C'est une sorte de mini-galaxie d'Andromède au télescope. Et si vous avez la change d'avoir un gros télescope (à partir de 400mm de diamètre), vous verrez qu'il y a foule à proximité…

Pour la trouver, il faut partir du coin supérieur droit du grand carré de Pégase.

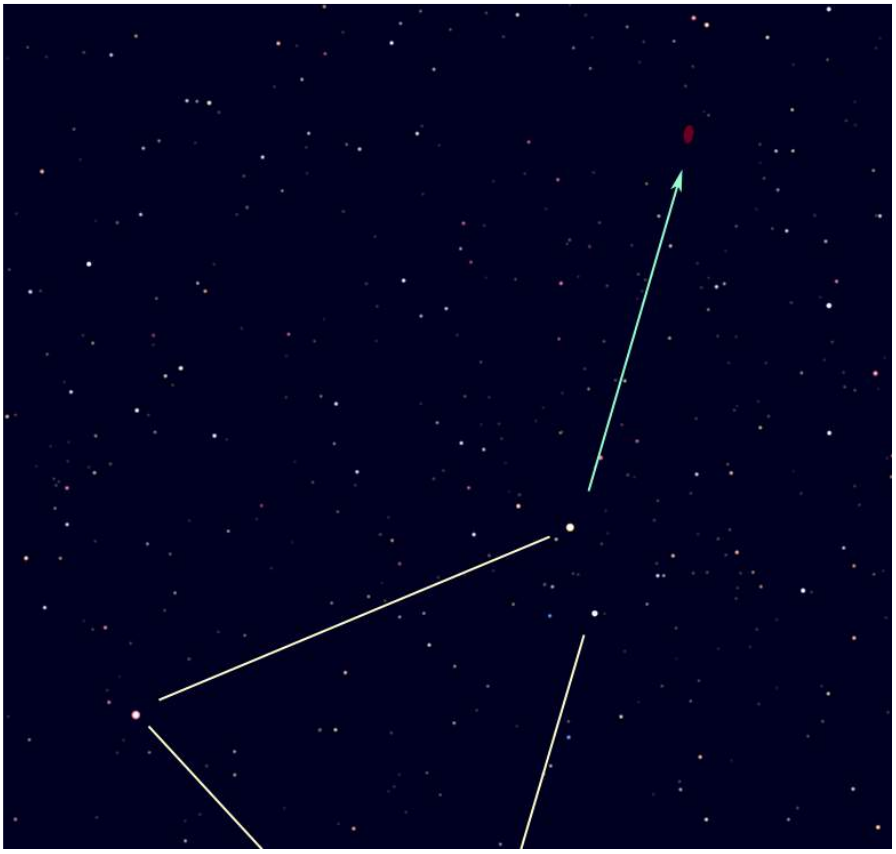
Là, vous y trouverez un triangle formant comme une "oreille" au carré. C'est du sommet le plus nordique de ce triangle qu'il faut partir en expédition.

Crédit: Philippe Boeuf



Faisons un zoom sur la zone intéressante, que vous repérerez aux jumelles, puis au chercheur du télescope.

La technique est ensuite un peu différente, puisque peu d'étoiles caractéristiques peuvent nous aider à cheminer. Il faut donc pouvoir évaluer à l'œil la longueur du côté supérieur du triangle, et reporter cette même longueur vers le Nord, afin de tomber sur NGC 7331. Celle-ci se voit bien, même avec un petit instrument. Elle n'est cependant pas éblouissante, mais si l'on songe que les photons qui arrivent dans votre œil ont voyagé pendant 50 millions d'années, la vision prend un peu plus d'envergure…

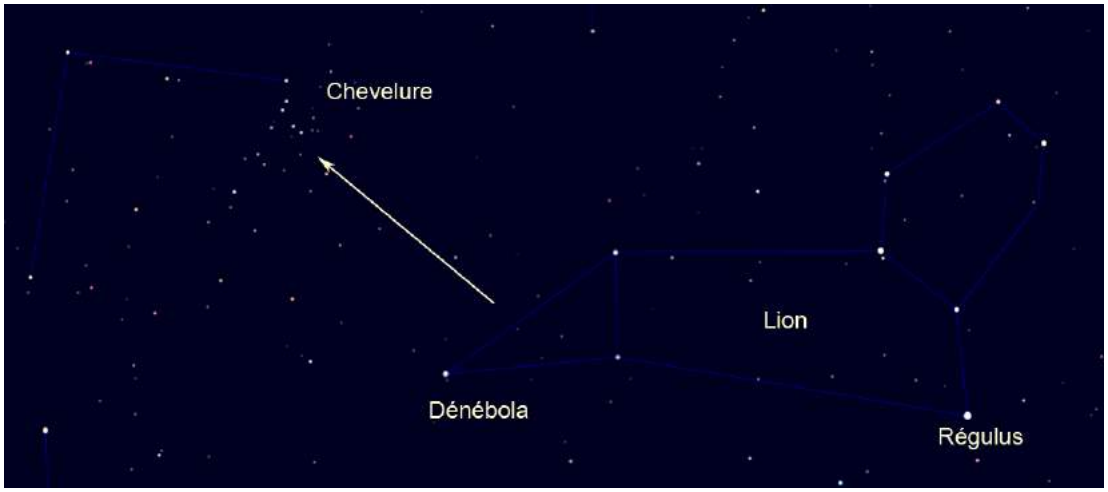


Au printemps:

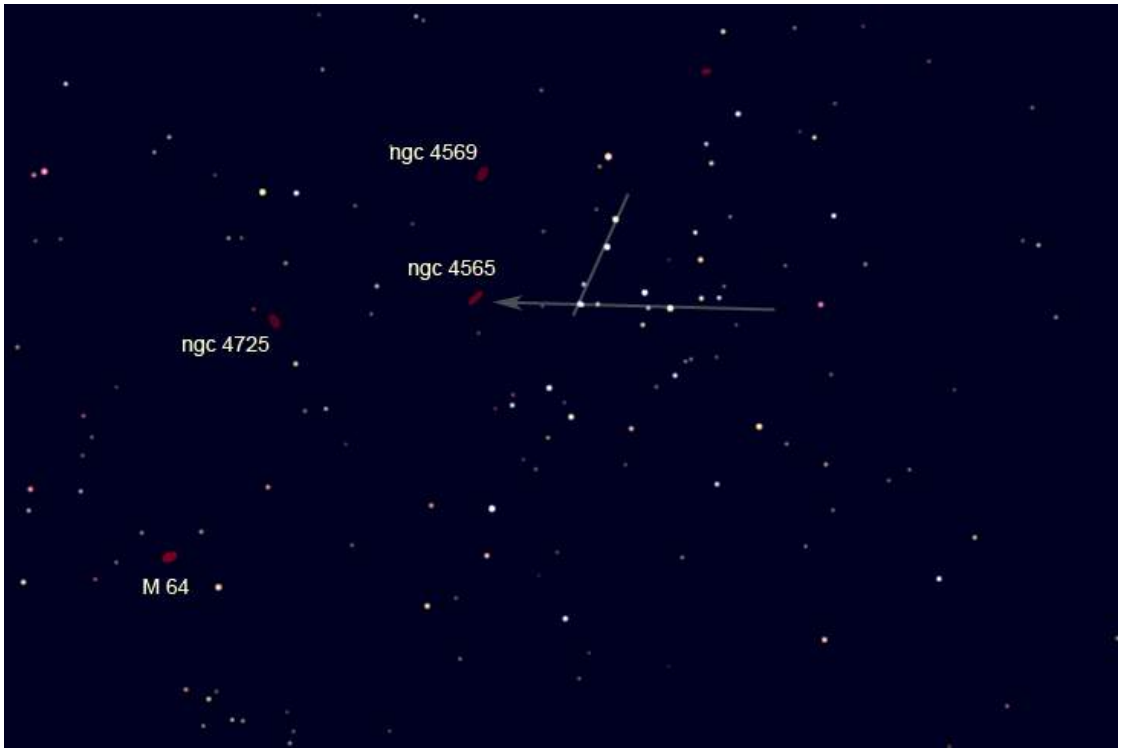
Un dernier exemple, qui se passe au printemps. C'est une très bonne saison pour traquer les galaxies que l'on peut trouver à foison dans les constellations du Lion ou de la Vierge. Il y en a une célèbre car presque parfaitement vue par la tranche, dans la constellation de la "Chevelure de Bérénice", c'est NGC 4565.

Déjà, trouvons la chevelure. C'est facile à faire depuis le Lion, bien reconnaissable au Sud-Est au printemps.

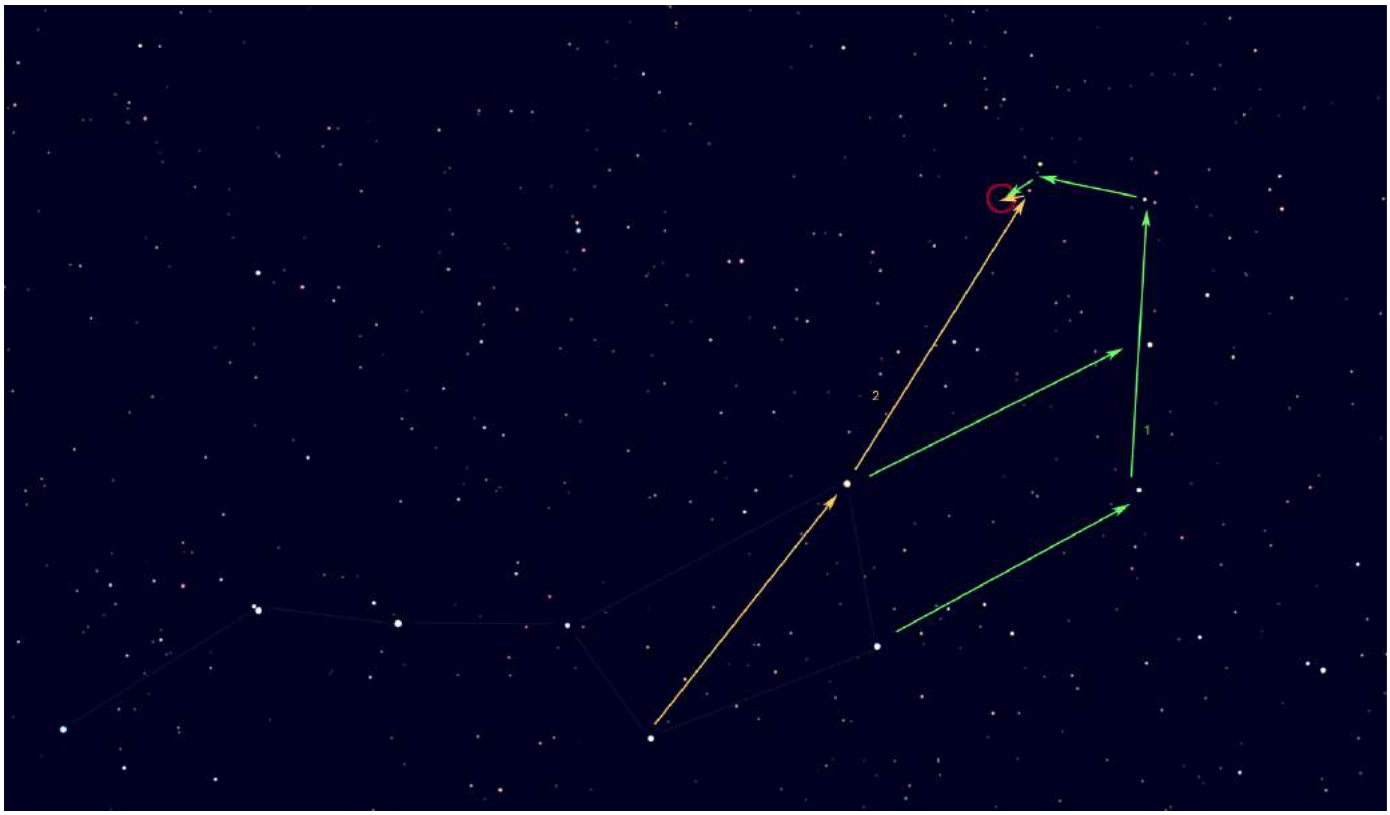
Crédit: Philippe Boeuf



La chevelure a une forme vaguement triangulaire, que vous observerez aux jumelles, et qui va vous aider à trouver votre proie. La suite se fera au chercheur du télescope, pour finir à l'oculaire, où le fin fuseau devrait être bien perceptible avec au moins un télescope de 200mm de diamètre.

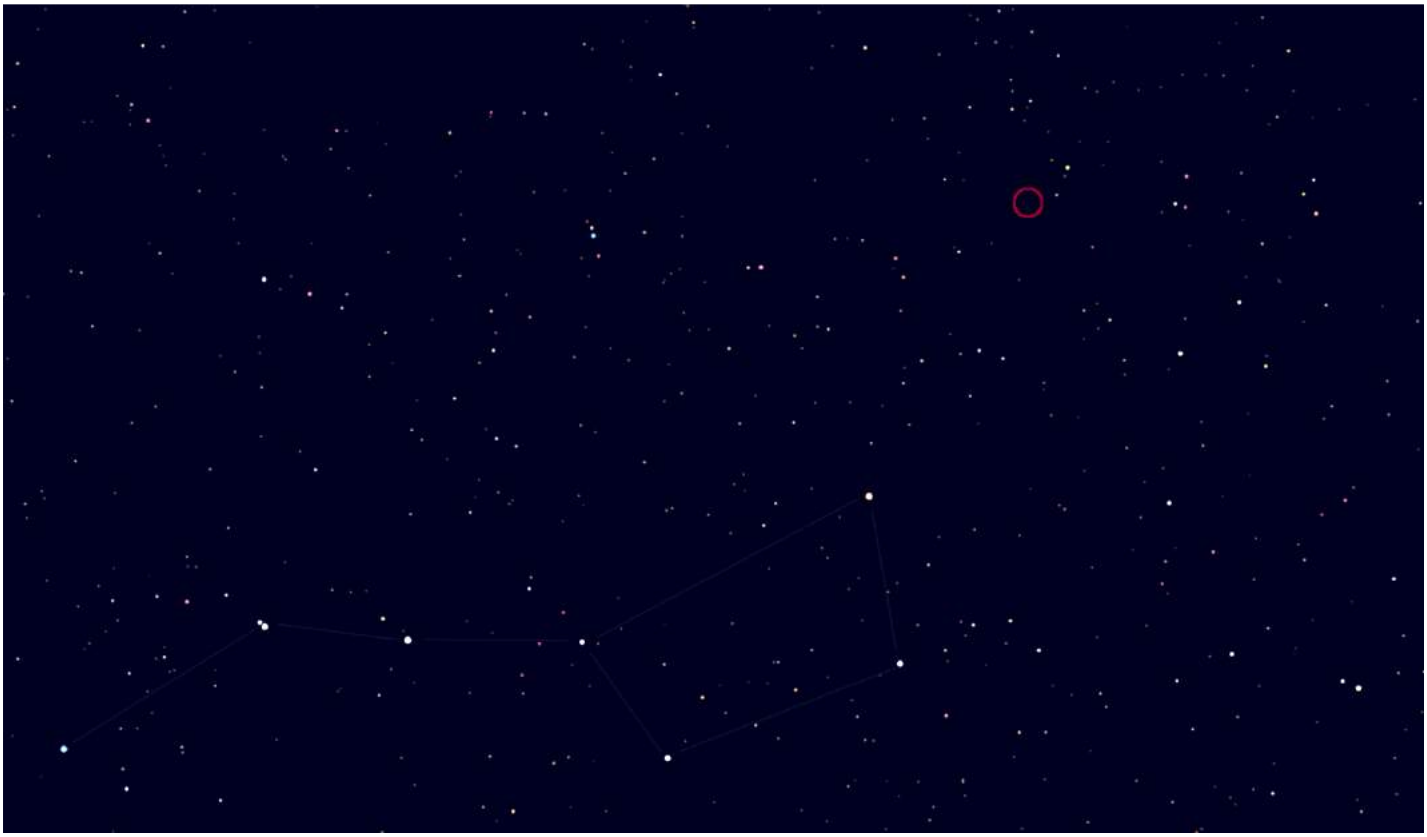


Elle ne sera pas fort brillante non plus, mais quel défi de réussir à la débusquer, surtout avec un petit instrument à partir de 150 mm de diamètre. D'autant plus que vous vous trouvez alors dans une zone intéressante, peuplée de petites taches floues, qui sont autant de gigantesques galaxies peuplées de centaines de milliards de soleils chacune…



Dernier exemple: Dans la grande Ourse, un beau couple de galaxies est très intéressant à observer. M81 est une lumineuse spirale vue de 3/4, et M82, sa voisine, une galaxie éruptive, probablement vue par la tranche. A vous de découvrir un parcours permettant de les découvrir. Plusieurs solutions sont proposées ensuite.

Les 2 galaxies sont dans le cercle rouge.



Voici des exemples de cheminements possibles: Le n°1 (en vert) est un peu plus long, mais chaque étape est relativement facile. Le n°2 (en orange) est plus direct, mais l'étape unique nécessite une bonne estimation des angles et des distances.

A vous de jouer…

Comment observer les satellites artificiels?

Introduction

Peu de gens savent que les satellites artificiels sont facilement observables depuis le sol. On sait qu'ils existent, mais on les imagine dans un ailleurs lointain, au-delà du regard des humains, quasiment dans le domaine des dieux, en exagérant à peine…

Pourtant, ils sont facilement observables, et on peut même faire un peu de sciences avec eux…

1- Comment reconnaître un satellite artificiel dans le ciel?

Les satellites sont trop petits et lointains, pour que, vus du sol, on ne perçoive autre chose qu'un point brillant dans le ciel nocturne. Ce qui ne nous avance guère, il n'y a que ça là-haut.

-Indice numéro 1: Ca bouge.

Les satellites tournent autour de la Terre sur leurs orbites. Il faut donc chercher un petit point lumineux en mouvement par rapport aux étoiles. Ce mouvement semble quasi-rectiligne, mais parfois, on a l'impression de percevoir de petits zig-zags, ce qui surprend toujours. Il s'agit d'une erreur de notre cerveau, qui tente de repérer le point en déplacement par rapport aux étoiles, mais comme il y en a plein, il change de repère sans cesse, en évaluant avec une mauvaise précision sa position, ce qui donne une sensation de mouvement étrange dans certains cas.

-Indice numéro 2: C'est lent.

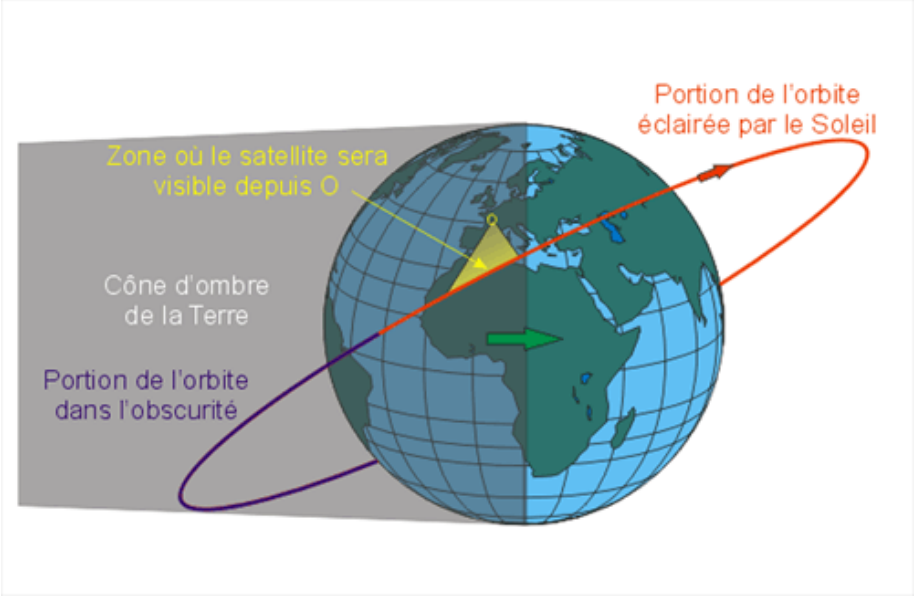
Ils se déplacent à plusieurs kilomètres par seconde autour de nous, mais sont à plusieurs centaines de kilomètres. Leurs mouvements apparents sont donc lents, aussi lents que les mouvements des avions avec lesquels ils peuvent être confondus. Mais ça les distingue des étoiles filantes, elles, très rapides.

-Indice numéro 3: L'éclat est sensiblement constant, ou varie lentement.

C'est justement le moyen de les distinguer des avions, qui eux, ont des feux clignotants.

Et d'ailleurs, pourquoi les satellites brillent-ils dans le noir? Sont-ils éclairés par eux-mêmes? Non, bien sûr, on ne les voit luire que parce qu'ils réfléchissent la lumière du Soleil, encore visible pour eux, même s'il fait déjà nuit au sol, tout comme les sommets de montagnes qui restent éclairés plus longtemps par le Soleil, que les plaines à leurs pieds.

Ce qui donne une indication intéressante sur leurs conditions d'observations:



Sur le schéma précédent, Le jour va bientôt se lever pour le point O, le ciel est encore bien noir, un satellite est visible s'il est déjà éclairé par le Soleil. Bien sûr cela fonctionne aussi le soir. Ce n'est donc pas en plein cœur de la nuit que vous aurez le plus de chance de les voir, mais plutôt en début ou en fin de nuit.

2- Sont-ils faciles à photographier?

Oui, très. Il suffit de placer un appareil photo permettant de faire de longues poses sur un support stable, un trépied idéalement, et de déclencher.

Voici deux exemples:

La Station Spatiale internationale vient de se lever au Nord-Est et monte lentement dans le ciel. La pose était de 30s, déclenchée alors qu'ISS était déjà bien visible, au début à gauche de sa traînée (©PhB pour Astro à l'Ecole).

Quelques secondes plus tard, ISS est montée dans le ciel, mais son éclat baisse progressivement! Tout simplement parce qu'elle est en train de pénétrer dans l'ombre de la Terre (©PhB pour Astro à l'Ecole).

ISS est énorme, donc peut apparaître très brillante dans le ciel, c'est souvent même ce qu'il y a de plus lumineux.

Son orbite est un peu inclinée par rapport à l'équateur terrestre, elle est plus rapide que la rotation de la Terre parce qu'elle est plus basse que l'orbite géostationnaire, là où les satellites tournent au même rythme que la Terre sur elle-même. ISS se lèvera donc toujours vers l'Ouest pour se coucher vers l'Est.

3- Peut-on faire un peu de science avec les satellites?

On vient déjà d'en faire à partir de ces images: jour, nuit, ombre de la Terre, orbites etc…

Mais on peut faire un peu mieux: par exemple essayons de mesurer la distance d'un satellite à partir de 2 images!

Pour cela, on va en choisir des spéciaux: les satellites Iridium, qui servent à assurer un réseau de téléphonie satellitaire. Ces satellites disposent sur leur "ventre" de 3 panneaux d'antennes, très réfléchissants. L'orbite du satellite et la position de ces antennes est connue avec une grande précision, et on peut prévoir à l'avance, pour un lieu donné, le moment exact où vous pourrez voir un reflet de Soleil sur l'un de ces panneaux. C'est souvent très spectaculaire, car assez bref est parfois extrêmement brillant (cela peut aller jusqu'à une magnitude -8, et créer facilement des ombres au sol)

Il suffit de pouvoir prévoir quand cela va se passer, et c'est très facile. Un site Internet est utile pour cela: "Heavens Above".

-Allez d'abord sur ce site (son nom dans une barre de recherche de navigateur suffit à le trouver).

-Un des premiers liens du site permet de définir son lieu d'observation.

-Vous pourrez alors choisir les satellites qui vous plaisent, ISS en fait bien sûr partie, mais ne nous déconcentrons pas, choisissons "Flashs Iridium".

-Le site calcule alors les futures observations pour votre lieu, et il y en a très souvent.

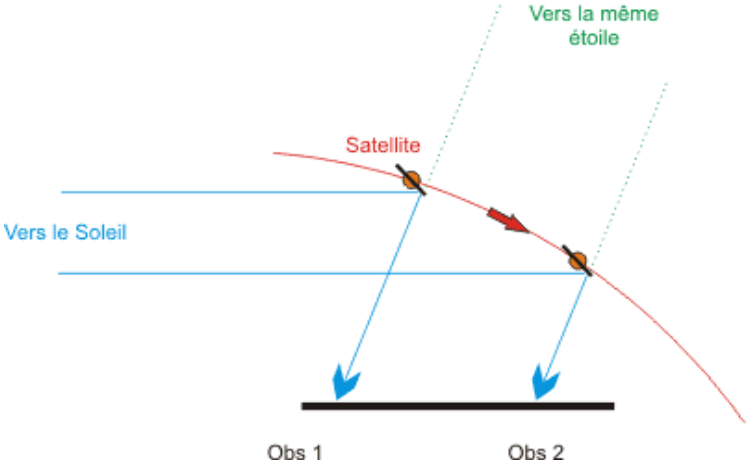
-Le site vous trace même une carte du ciel contenant la trajectoire de votre cible: il ne reste plus qu'à se préparer dehors, appareil photo et trépied bien orientés, et déclencher sa pose quelques secondes avant l'apparition prédite: cela marche très bien, mais pensez à avoir une montre réglée à l'heure atomique, c'est important!

©PhB pour Astro à l'Ecole

Ainsi, vous pourrez avoir une image du genre de celle-ci-dessus, le flash a eu lieu à proximité de la constellation d'Orion, que vous reconnaissez peut-être.

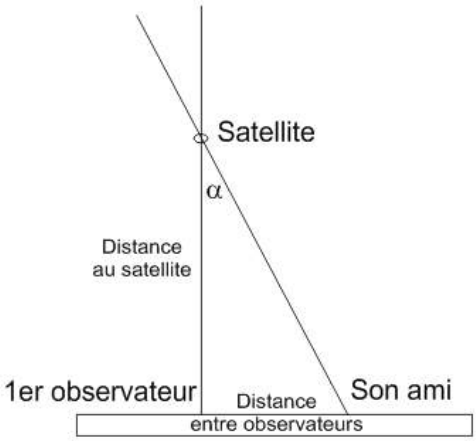
Mais il faut avoir un ami, habitant quelques kilomètres de votre point d'observation. Et si c'est un ami, il acceptera bien de se déplacer vers un endroit adapté. Si vous photographiez en même temps le satellite, vous obtiendrez ceci:

Les images ont le Nord en haut. La trajectoire était quasiment Nord-Sud. On remarque que les deux trainées sont légèrement décalées l'une par rapport à l'autre selon un axe Est-Ouest. Pourquoi cela?



Si la trajectoire est Nord-Sud et que les 2 observateurs sont aussi sur un axe Nord-Sud, ils ne percevront **pas** de décalage sur les 2 images. Le flash n'a pas lieu tout à fait au même moment, mais quand l'angle Soleil-satellite-observateur est le même.

Il est visible alors dans la même direction du ciel dans ce cas. Le décalage n'est perceptible que si un décalage Est-Ouest existe aussi entre les 2 photographes.



Exemple, pour ces 2 images, il y avait une distance de 30km Nord-Sud entre les deux observateurs, et de 10km Est-Ouest.

Les deux étoiles les plus brillantes en bas à droite de la trainée sont Omicron 1 et 2 de l'Eridan (1 est en haut, 2 en bas), elles sont séparées de 1°10 min d'angle, ou 70 min d'angle. Ce décalage est bien sûr dû à la parallaxe entre les deux observateurs, et à l'écart Est-Ouest entre ceux-ci. Sur l'image, les deux traces sont alors séparées d'environ 35 min d'angle (produit en croix). Un calcul approximatif de trigonométrie donne:

Tan (α) = écart E-O entre observateurs / Distance satellite, donc

Distance satellite = écart E-O entre observateurs / Tan (α) = 10 / tan(35/60) # 1000 km

Ce calcul n'est qu'approximatif, puisqu'il suppose un angle droit un peu illusoire, mais qui marchera mieux si le passage choisi se fait au zénith. Sinon, le calcul se complique un peu…

Vous voilà prêts pour partir à la chasse aux satellites…

Matériel nécessaire:

- Un appareil photo acceptant des poses de quelques secondes (un réflex numérique est idéal)
- Un trépied pour l'appareil ou un support stable
- Une connexion au Net pour accéder au site "Heavens Above"
- Un satellite coopératif

Etude des étoiles variables de type RR LYRAE

Détecter et mesurer les variations de luminosité d'une étoile variable

Pour détecter la variation lumineuse d'une étoile pulsante de type RR Lyrae, il faut parvenir à des mesures photométriques assez précises. L'amplitude de ces variations lumineuses peut aller de quelques dixièmes à 1 Magnitude[1] avec des périodes asymétrique allant de 0.2 à 1 jour. Il est à noter que la période des RR Lyrae est plus ou moins asymétrique.

La détection en elle-même est assez accessible, il faut en revanche atteindre la plus grande précision possible au niveau de la détermination du moment du maxima. Il faut donc veiller à synchroniser son ordinateur lors des acquisitions[2].
Le suivi photométrique doit commencer au moins une 1h30 avant le moment calculé du maxima et se poursuivre de la même durée. Cependant la durée de couverture du phénomène dépend de l'ampleur de l'effet Blashko[3] qu'il s'agit justement de mesurer. Il peut être ainsi utile de connaître, si l'information est disponible, l'amplitude ou l'importance de cet effet au moment des observations.

La cible doit être soigneusement choisie : il faut tenir compte des contraintes horaires, de la position de l'objet et de sa luminosité.

L'acquisition des mesures et le traitement des images doivent être fait avec rigueur. La précision des résultats dépendent en partie d'eux. Ces observations doivent permettre de confronter les données acquises aux prévisions élaborées à partir des observations antérieures (O-C = observé – calculé).

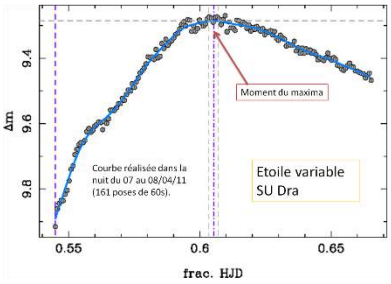
Notions et compétences requises :

- Mettre en station et initialiser le pointage de la monture HEQ5
- Préparer une carte de champ et savoir reconnaître un champ d'étoiles dans une image acquise4
- Acquérir une série d'images sur une longue durée (plusieurs heures)
- Calibrer5 les images (prétraitement) pour des mesures photométriques précises

Objectifs :

Obtenir une courbe de mesures photométriques de la variation de l'étoile variable (courbe de lumière).

Mesurer avec précision le moment du maxima de variation d'étoile variables de type RR Lyrae.



Finalité :

Produire des mesures alimentant une base de données contribuant à l'étude statistique des étoiles variables de type RR Lyrae.

Etude du phénomène appelé « effet Blashko »

---

[1] **Magnitude apparente** (symbole *m*): mesure de la luminosité relative d'ne étoile (ou d'un autre objet céleste) telle que perçue par un observateur terrestre. La magnitude apparente dépend à la fois de la quantité absolue d'énergie émise (ou reflétée) et de la distance entre l'observateur et l'objet.
[2] Logiciels de synchronisation : *dimension 4 (http://www.thinkman.com/dimension4/default.ht)*
[3] **Effet Blashko** : déformation continue de la courbe de lumière. Variation cyclique de l'amplitude, de la période et de l'asymétrie de la période. Par exemple pour RR Lyr : 40,812 jours ; BV Aqr : 11,25 jours (cf. *Les étoiles variables*, Michel Petit)
[4] Procédure de reconnaissance de champ. Voir fiche n°…
[5] Calibration des images dans le but de pouvoir les analyser scientifiquement. Voir procédures générales. Voir fiche n° …

Notions et compétences à acquérir :

Notions :

Connaître les différentes catégories d'étoiles variables : variables pulsantes, éruptives et cataclysmiques, à éclipses.

Approfondissement de la nature des étoiles variables de type RR Lyrae (définition, caractéristiques, phénomène étudié). Mécanisme de pulsation en jeu.

Effet Blashko : déformation continue de la courbe de lumière. Variation cyclique de l'amplitude, de la période et de l'asymétrie de la période (découverte, état de la science, études statistique, intérêt -> site web, biblio)

Compétences :

Usage des éphémérides d'étoiles RR Lyrae observables : utilisation de logiciels spécifiques (Ephemerides, de bases de données : site GEOS).

Application de la méthode photométrique différentielle : utilisation de logiciels spécifiques (MuniWin Audela, de bases de données : Aladin, Observatoire de Strasbourg).

Exercices préparatoires possibles :

- Utilisation des éphémérides et recherche de cibles.
- Reconnaissance de champ.
- Calibration et photométrie différentielle (série d'images disponibles à télécharger)

Equipement et logiciels requis :

Équipements : Monture HEQ5Goto ou EQ6 (la monture doit permettre un suivi correct sur au moins une minute). Détecteurs : APN ou CCD. PC portable. Lampe à flat.

Logiciels (plusieurs logiciels de traitement sont disponibles) :

Ephemerides[6] *:* simple d'usage, en anglais (à télécharger : http://www.motl.cz/dmotl/predpovedi/). Il est aussi possible de créer ses propres catalogues.

MuniWin : Mesure photométrique différentielle (http://c-munipack.sourceforge.net)

Audela : http://www.audela.org/dokuwiki/doku.php?id=fr:start , Manuel d'utilisation de Calaphot (photométrie différentielle) : http://www.astrosurf.com/michelet/calaphot/html/group__calaphot__documentation__fr.html

C2A : Planétarium, permet le contrôle du télescope (prévoir le catalogue Usno A2)

Etapes :

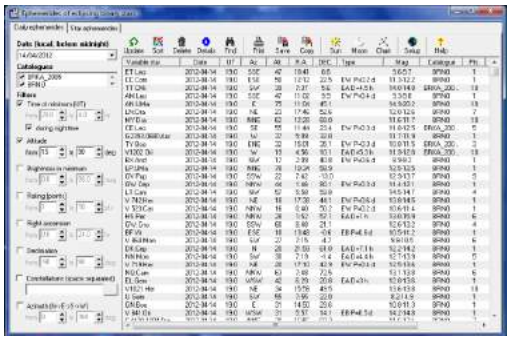
1- Préparer les observations :

[6] Consulter le tutoriel d'utilisation de « *Ephemerides* »

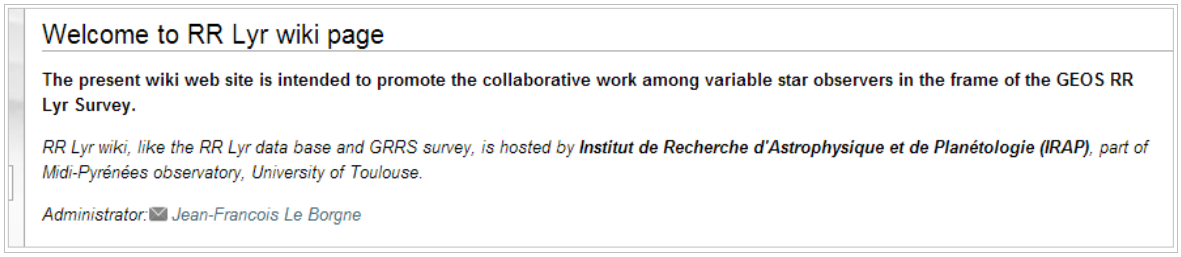
Détermination de la cible

Intégration des contraintes : position de la cible (hauteur de l'objet), horaire prévu du maxima (se renseigner sur l'état de l'effet Blashko), luminosité (une base de données d'information sur les RR-Lyr se trouve à l'adresse suivante: http://rr-lyr.irap.omp.eu/dbrr/dbrr-V1.0_0.php , la recherche se fait à partit de la dénomination des variables, base du GEOS). Des informations peuvent être également trouvées sur le site de l'AAVSO : http://www.aavso.org/vsx/

- Utilisation du logiciel *Ephemerides*



- Lecture des éphémérides : site wiki RRLyrae



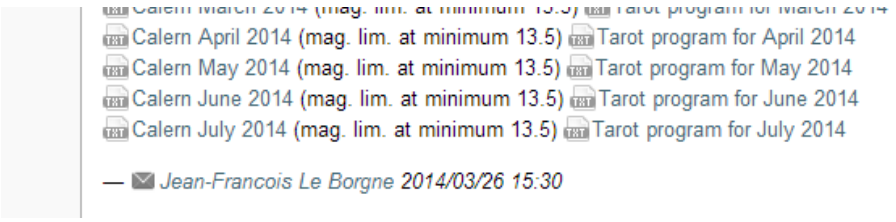
Welcome to RR Lyr wiki page

The present wiki web site is intended to promote the collaborative work among variable star observers in the frame of the GEOS RR Lyr Survey.

RR Lyr wiki, like the RR Lyr data base and GRRS survey, is hosted by ***Institut de Recherche d'Astrophysique et de Planétologie (IRAP)****, part of Midi-Pyrénées observatory, University of Toulouse.*

Administrator: Jean-Francois Le Borgne

Les éphémérides sont régulièrement mises à jour par l'administrateur du site (Jean-François Leborgne, chercheur à l'IRAP – Toulouse). Elles sont mensuelles et concernent les principales RR-Lyr visibles et assez lumineuses (accessibles à un instrument de petite ouverture, une lunette de 80mm ou un télescope de 200mm) pendant la période.



Calern April 2014 (mag. lim. at minimum 13.5) Tarot program for April 2014
Calern May 2014 (mag. lim. at minimum 13.5) Tarot program for May 2014
Calern June 2014 (mag. lim. at minimum 13.5) Tarot program for June 2014
Calern July 2014 (mag. lim. at minimum 13.5) Tarot program for July 2014

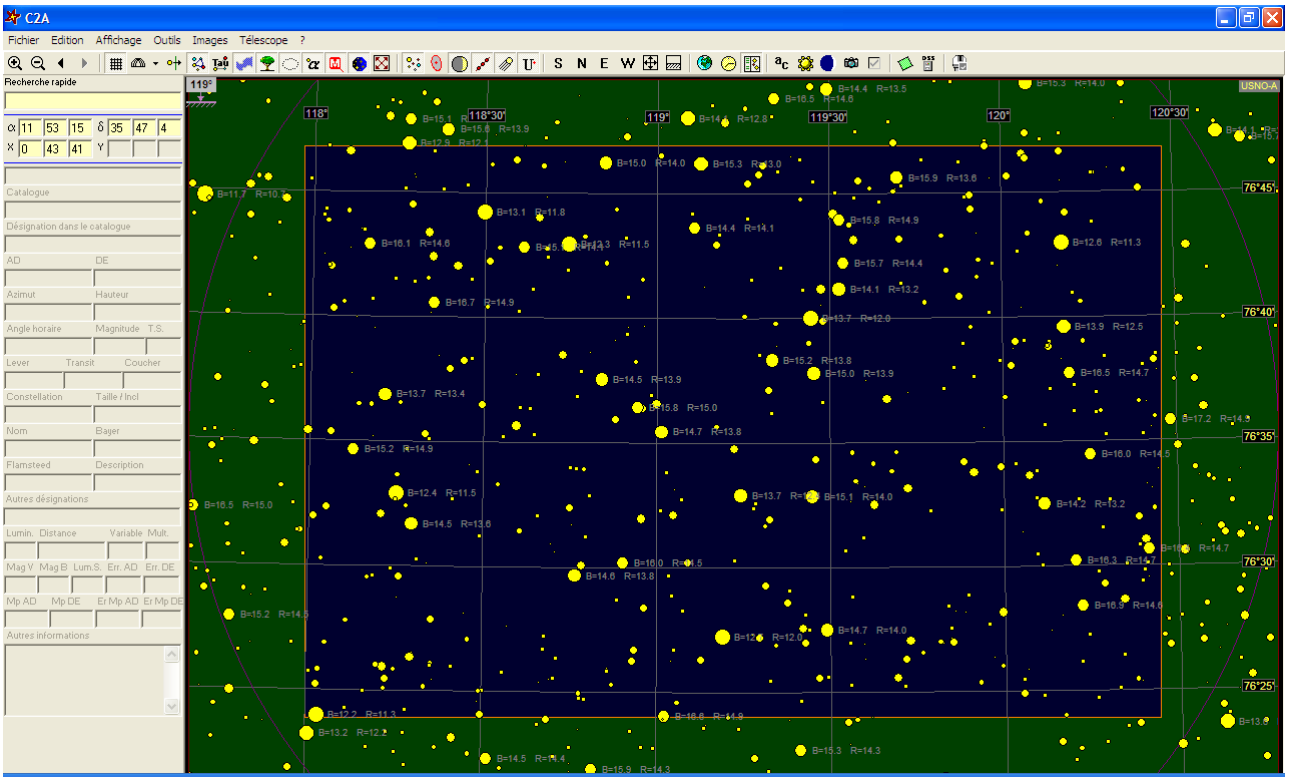
— *Jean-Francois Le Borgne 2014/03/26 15:30*

Préparation de la carte de reconnaissance de champ

- Il est possible d'utiliser le logiciel C2A (planétarium et pilotage du télescope) pour produire une carte de champ. Veillez à installer le catalogue Usno A2. La comparaison se fera entre l'image acquise et la carte produite par le logiciel. La difficulté tient à l'orientation de l'image acquise qui est inconnue le plus souvent. Il faut alors tâcher de retrouver sur l'image des alignements

remarquables d'étoiles présents sur la carte. Il est possible, si cela facilite le repérage, de retourner la carte haut-bas et droite-gauche.

De manière générale, il peut être opportun de se familiariser avec le champ d'étoiles avant la séquence d'acquisition.

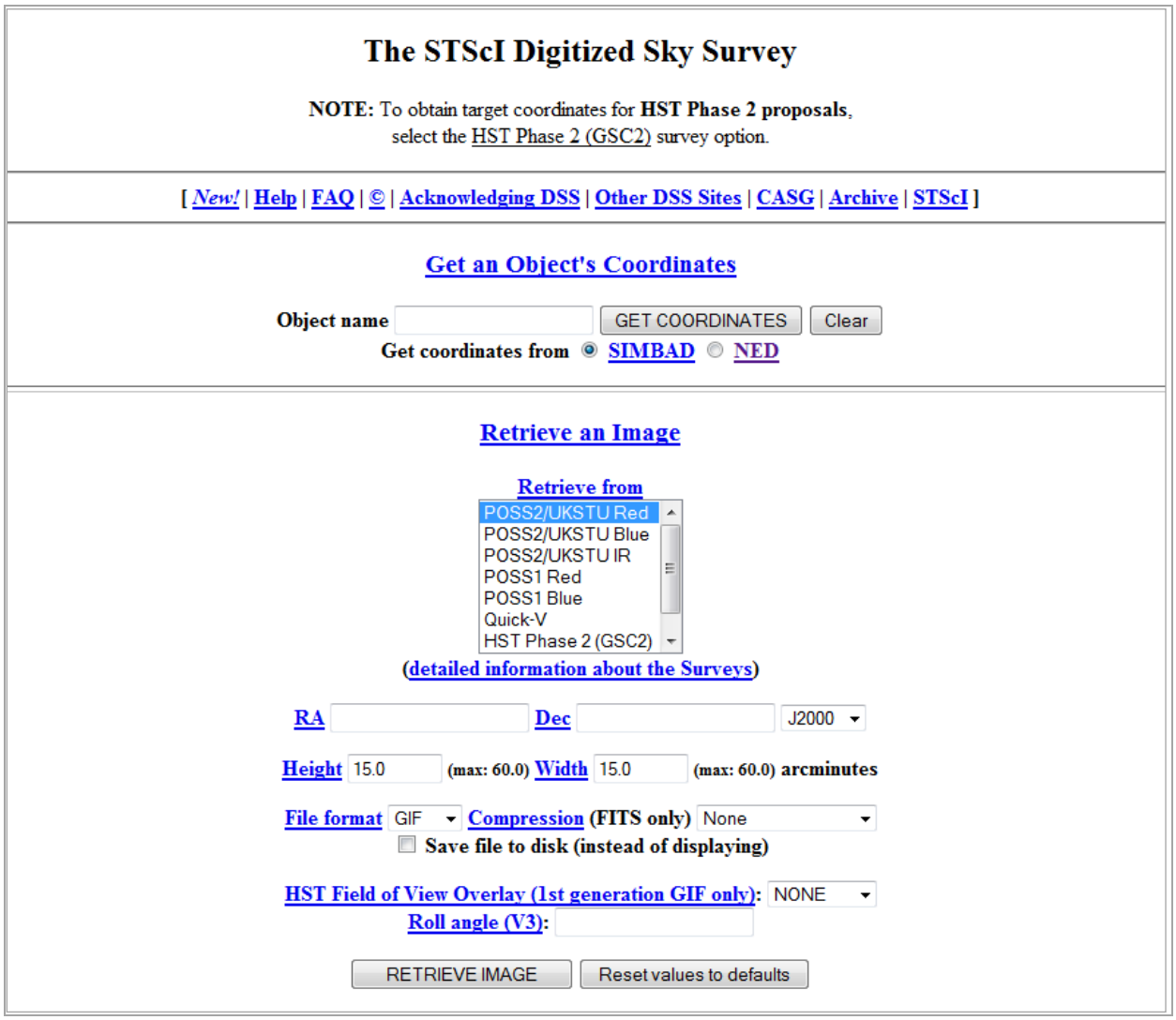


- Vous pouvez également télécharger sur le serveur du ScSiDSS l'image du champ où se trouve la cible.

Adresse du serveur : http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form

Marche à suivre :

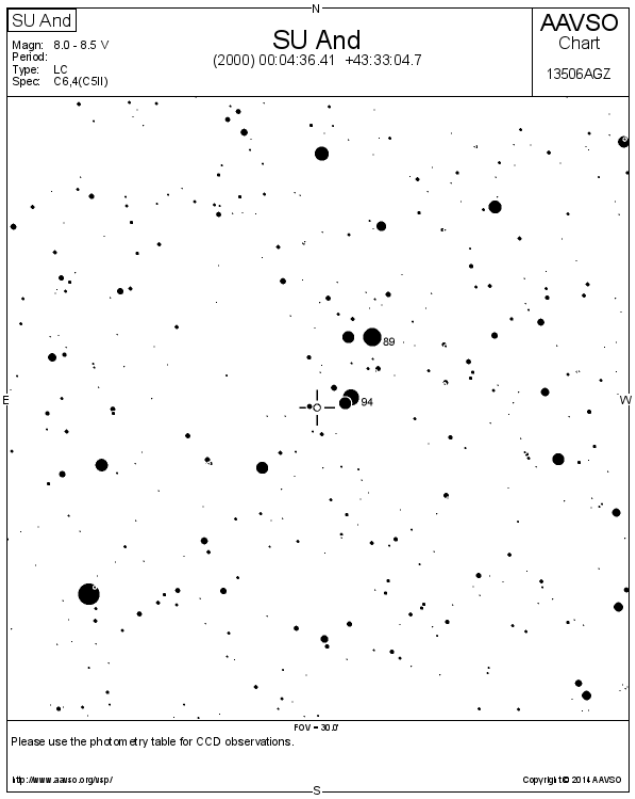
1. Entrez les coordonnées RA et DEC
2. Choisissez la dimension du champ (30' x 30' et 45'x45' ou 60'x60' en fonction du champ de l'image produite par l'instrument).
3. Sélectionnez « File format » en GIF
4. Enfin, cliquez sur RETRIEVE IMAGE



- Consultation des cartes de l'AAVSO

Une carte de champ peut être obtenue sur le Variable Star Plotter (VSP) : http://www.aavso.org/vsp

Vous obtenez une carte indiquant la magnitude et la position d'étoiles de référence dans le champ. Vous pouvez varier la taille du champ.



2- Acquisition d'une série d'images

La première étape est de reconnaître le champ d'étoiles. Puis de centrer l'étoile variable au centre du champ. Eviter les bords de l'image pour la cible et les étoiles de référence, la qualité des mesures est moindre dans ces zones, en raison du vignettage et de la distorsion du champ.

Veillez à déterminer le temps de pose de façon à ne pas saturer ni la cible, ni les étoiles de références. Les étoiles de références peuvent être choisies après la séquence d'acquisition, il faut alors être d'autant plus attentif à la saturation des étoiles. Cependant, il est préférable que le temps de pose ne soit pas être inférieur à environ 30s de manière à éviter l'effet de scintillation (turbulence atmosphérique).

3- Calibration des images

La calibration des images consiste à procéder à leur prétraitement.

On définit par prétraitement, les opérations de traitement d'images qui vont transformer l'information d'une image numérique brute, en valeurs reliables à des grandeurs physiques. Au départ, un pixel d'une image brute contient une valeur numérique entière comprise entre 0 et une limite souvent égale à 65535. Ces nombres sont notés U.C. (Unités Convertisseur) ou A.D.U (Analog Digital Unit).

Sur l'image brute, les valeurs des pixels sont principalement affectées par le signal thermique et par la réponse propre de chaque pixel. Le prétraitement consiste à corriger l'image brute de ces défauts.

Le prétraitement est l'étape de base indispensable avant de faire de la photométrie.

Il est possible avec le logiciel « *Audela* » d'utiliser un script (ohp.tcl) qui permet l'automatisation des traitements de longues séries comme cest le acs lors d'un suivi d'étoile variable (cela évite les opérations répétitives).

Suivre le tutoriel *Calibration d'une série d'images*[7].

4- Photométrie différentielle

On définit par photométrie, la science qui mesure l'éclat précis des objets célestes. En astronomie optique, on mesure des magnitudes. Calibrer la magnitude d'un astre sur l'échelle standard des magnitudes est délicat. En revanche, il est plus simple de comparer l'éclat d'un astre par rapport à un autre supposé constant. C'est la *photométrie différentielle*. Une bonne mesure photométrique doit atteindre une précision meilleure que 0.05 magnitude d'incertitude.

Lorsque l'on observe le ciel avec une caméra numérique, on obtient des images où les astres s'étalent sur plusieurs pixels. On peut donc mesurer directement le flux (en ADU) en sommant les valeurs numériques des pixels occupés par l'astre sur l'image numérique. Il existe des outils logiciels qui permettent de mesurer ce flux en éliminant la valeur du fond de ciel. Cela permet d'atteindre la précision requise pour la photométrie.

Avec le logiciel *Audela* : http://www.audela.org/dokuwiki/doku.php?id=fr:start

Manuel d'utilisation de « Calaphot » consultable à l'adresse suivante :

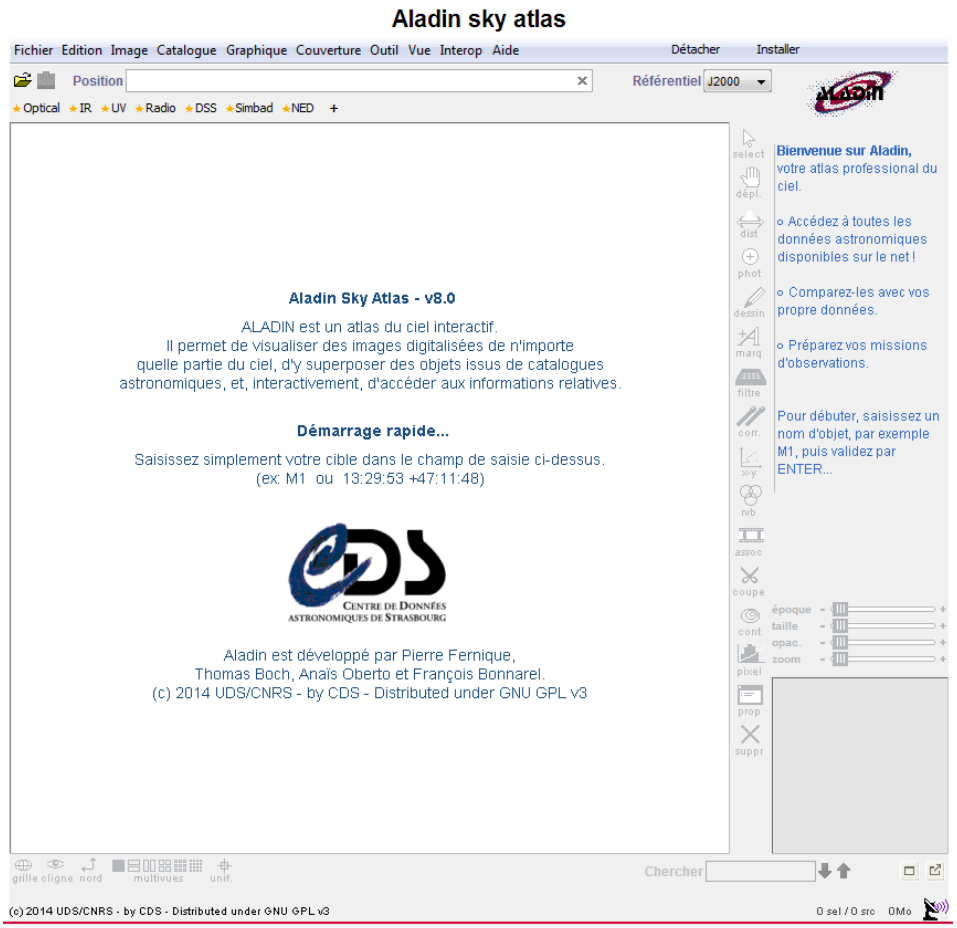
http://www.astrosurf.com/michelet/calaphot/html/group_calaphot_documentation_fr.html

Cet aide-mémoire a pour rôle de montrer comment on procède pour mesurer les magnitudes relatives d'un astre sur une série d'images en utilisant la commande « Calaphot » du logiciel « Audela ».

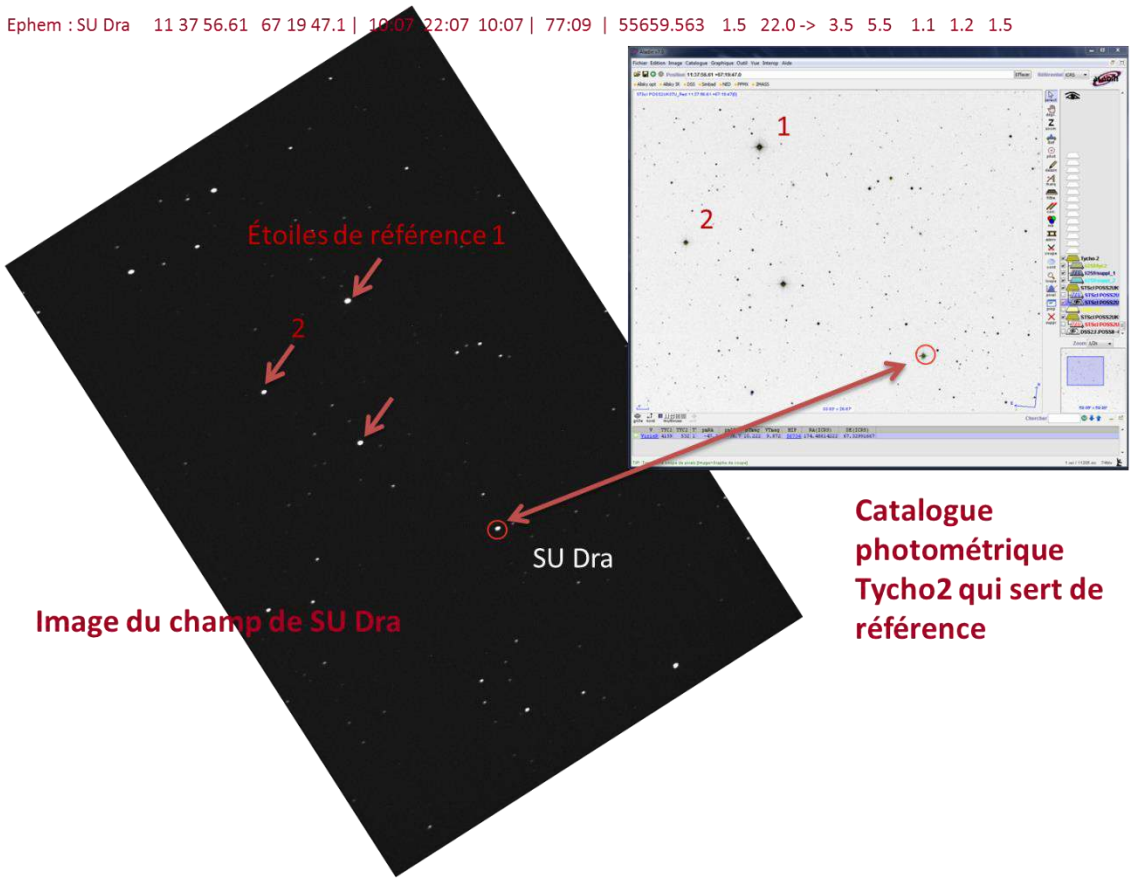
Il est indispensable de connaître les magnitudes de quelques étoiles dites *de références* présentes sur l'image. Si vous n'avez pas encore récupéré les magnitudes de ces étoiles préalablement en réalisant les cartes de champ, vous pourrez le faire en consultant la base de données : *Aladin* de l'Observatoire de Strasbourg : http://aladin.u-strasbg.fr/aladin-f.gml

Cette application est très largement documentée. Un manuel consultable en français à l'adresse suivante : http://aladin.u-strasbg.fr/java/AladinManuel6.pdf

[7] Tutoriel disponible à l'adresse suivante : ...



Exemple appliqué à SU Dra

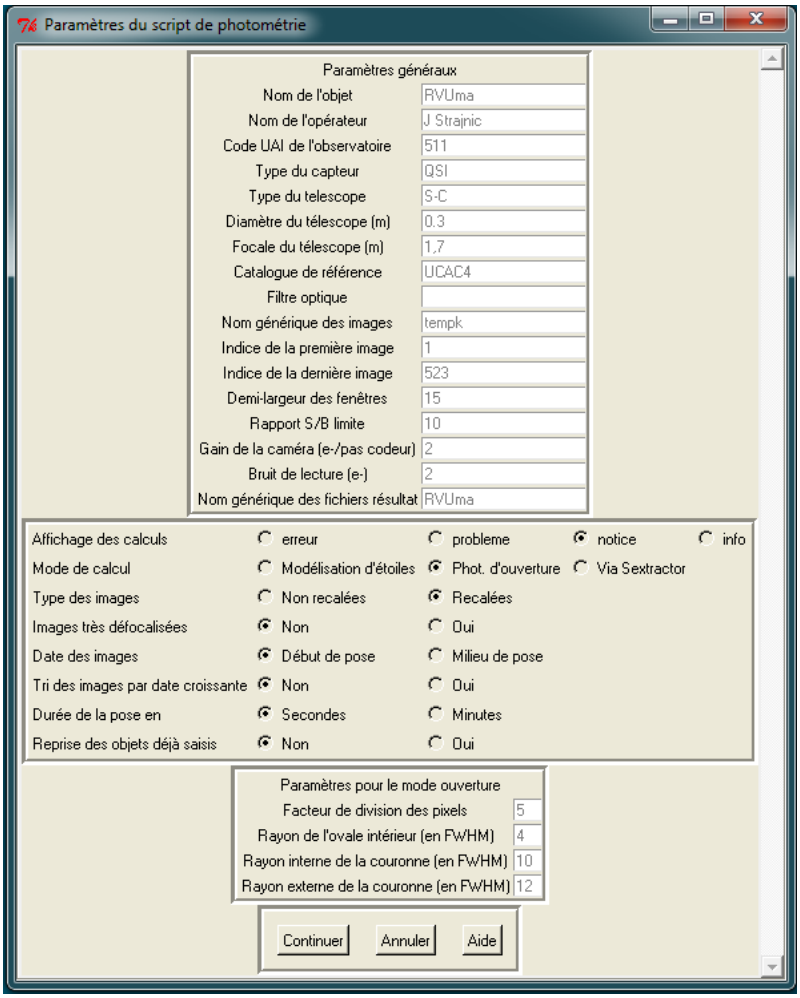


Traitement avec *Audela* (commande Calaphot)

Les images à mesurer doivent impérativement être prétraitées. A la fin de l'étape de prétraitement, on a une série d'images tempk1.fit, tempk2.fit, etc.

Lancer la commande « courbe de lumière » (menu : Analyse -> Courbe de lumière (Calaphot)

Remplir les cases de la page d'entrée. Il faut être particulièrement attentif à compléter soigneusement les deux champs "Nom générique des images" et "Indice de la dernière image":



Appuyer sur le bouton Continuer. La suite est auto-documentée.

Il est également possible de réaliser la photométrie différentielle avec le logiciel MuniWin : http://c-munipack.sourceforge.net

Quelques liens utiles :

- Base de données RR-Lyr du GEOS : http://rr-lyr.irap.omp.eu/dbrr/dbrr-V1.0_0.php
- GEOS RR Lyr web page : http://rr-lyr.irap.omp.eu/
- Wiki RRlyrae (JFL): http://rr-lyr.irap.omp.eu/dokuwiki/doku.php
- La typologie des étoiles variables : http://cdsarc.u-strasbg.fr/afoev/var/typo.htx
- Les étoiles variables RR-Lyrae (OBSPM) : http://media4.obspm.fr/public/FSU/pages_etalonnage-primaire/rr-lyrae-observer.html
- Wikipedia (Étoile variable de type RR Lyrae) : http://fr.wikipedia.org/wiki/Variable_de_type_RR_Lyrae
- Conférence de JP Martin (physicien Université Paris VII) - variations sur les étoiles variables : http://www.planetastronomy.com/special/2008-special/01dec07/jpm-et-variables-saf.htm
- Association Francaise Des Observateurs D'étoiles Variables : http://Cdsarc.U-Strasbg.Fr/Afoev/

- The American Association of Variable Star Observers (AAVSO) : http://www.aavso.org/ ; http://www.aavso.org/vsx/
- Etoiles variables (LAM) : http://astronomia.fr/3eme_partie/variables.php
- Variable Star and Exomplanet Section (Czech Astronomical Society) : http://var2.astro.cz/EN/brno/index.php

Prolongements possibles :

Ce type d'étude est particulièrement adapté aux usages du télescope IRiS : **http://iris.lam.fr/**

Vous pouvez faire une demande de temps, dans le cadre scolaire, à l'occasion de l'appel à projet réalisé chaque année. Vous trouverez le dossier à : **http://iris.lam.fr/demande-de-temps-2/**

Sujets connexes :

- Etude des étoiles binaires à éclipses
- Etude des supernovæ
- Etude des étoiles variables de type céphéide
- Etude des étoiles cataclysmiques

Mise en évidence d'une exo planète par la méthode du transit

Détecter la présence d'une exo planète en mesurant la baisse de luminosité de l'étoile devant laquelle elle passe:

La première exo planète a été découverte en 1995 à l'observatoire de Haute Provence grâce à une méthode basée sur le décalage spectral; en 1999 la 1ère exo planète est découverte par la méthode du transit . Le principe est simple: lorsque la planète passe devant son étoile, à condition qu'elle soit sur la bonne ligne de visée, alors on peut détecter une légère baisse de flux lumineux de l'étoile; la périodicité du phénomène nous renseigne alors sur la période de révolution de la planète autour de son étoile; la profondeur du transit (c'est à dire la baisse de luminosité) nous renseigne sur la taille de la planète.

Notions et compétences requises au préalable : (non détaillée dans cette fiche)

- Mettre en station et initialiser le pointage de la monture
- Acquérir une série d'images sur une longue durée (plusieurs heures)
- Calibrer les images (prétraitement) pour des mesures photométriques précises

Objectifs :

- Préparer une carte de champ et savoir reconnaître un champ d'étoiles dans une image acquise
- Obtenir une courbe de mesures photométriques de la variation de l'étoile variable (courbe de lumière).

Finalité :

- Produire des mesures alimentant une base de données contribuant à affiner les connaissances sur les caractéristiques orbitales de ces exo planète (base ETD)

Public:

- atelier scientifique , lycée ou collège.

Difficulté:

- Les élèves doivent bien maîtriser le matériel, le prétraitement des images. Les conditions météo doivent être excellentes si l'on souhaite obtenir des bons résultats.

Notions et compétences à acquérir :

Notions :

- Définir une exo-planète, les différentes méthodes de détection.
- notion de magnitude.

Compétences :

- Usage des éphémérides des transits d'exo planète (base ETD)
- utilisation des atlas en ligne et recherche des champs photographiés (bases de données : *Aladin*, Observatoire de Strasbourg).
- Application de la méthode photométrique différentielle : utilisation de logiciels spécifiques (*Muniwin).*

Exercices préparatoires possibles :

- Utilisation des éphémérides et recherche de cibles.
- Elaboration d'une maquette analogique (une lampe, un disque noir passant devant, une camera qui filme).
- Reconnaissance de champ.
- Calibration et photométrie différentielle (série d'images disponibles)

Equipement et logiciels requis :

Equipements : chaine complète d'acquisition des images: télescope, APN ou CCD, boite à Flat.

Logiciels :

MuniWin : Mesure photométrique différentielle (http://c-munipack.sourceforge.net)

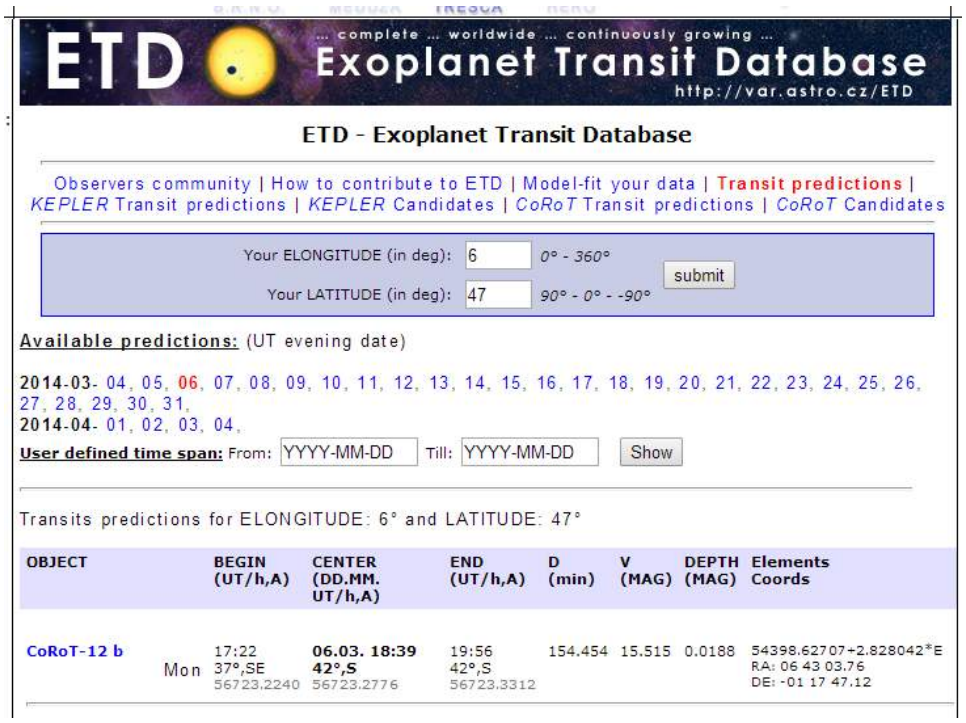
C2A : Planétarium, permet le contrôle du télescope (possibilité d'afficher le catalogue dynamique de la base ETD)

Déroulement, progression possible:

1- Préparer les observations :

a. *Détermination de la cible*

La base ETD (http://var2.astro.cz/ETD/predictions.php) permet d'obtenir la liste des exo planète à transit visible à une date donnée et en un lieu donné.



Menu "transit prédiction"

Entrer la position de l'observateur

Sélectionner la date d'observation

Object: nom de l'exo planète

Begin center end: Heure du début et fin du transit. La hauteur de l'étoile est également indiquée.

- Conseil: On évitera des hauteurs inférieures à 20°

D: profondeur du transit c'est à dire la variation de magnitude. 0.0188 est assez facilement accessible;

- Conseil: on évitera des valeurs inférieure à 0.0100 dans un 1er temps.

V: magnitude de l'étoile. On évitera des valeurs >14 -15

Elements Coord: coordonnées équatoriaux de l'étoile cible

En cliquant sur le nom de l'exo planète, on obtient une carte de champ sommaire de 15'x15'

b. Calcul du champ photographié:

Méthode 1: On peut calculer le champ photographié en connaissance les caractéristiques de son instrument: Le champ de prise de vue ne dépend que de 2 paramètres:

- la focale de l'instrument (2000 mm pour le c8 ou 1260 mm avec le réducteur de focale)
- la dimension du capteur (notée D)

Champ (en degré) = 57.3 x D/F (D et F en mm)

Méthode 2: On peut utiliser un logiciel qui fait le travail pour nous: astromatos (http://www.gentibus.com/AstroMatos/Fr/)

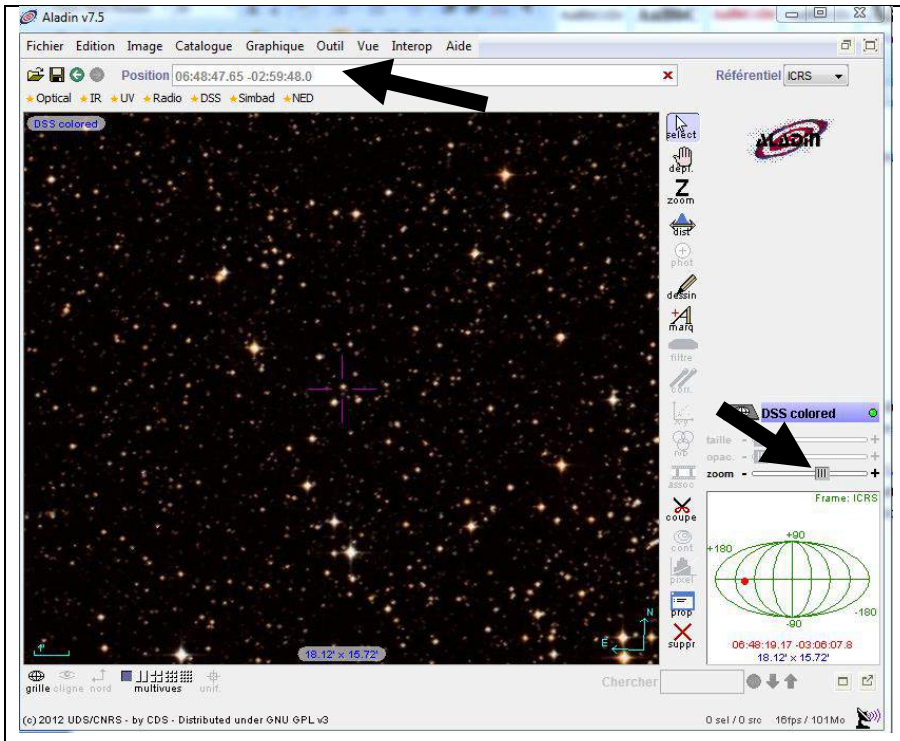
voir fiche logiciel astromatos.

- Conseil: Utiliser le réducteur de focale de façon à augmenter le champ. Dans le cas d'un C8 avec réducteur de focale + camera CCD atik 314L+ on obtient un champ de 0.3 x0.4°.

c. *Préparation de la carte de reconnaissance de champ*

Le site aladin (http://aladin.u-strasbg.fr/)permet d'obtenir une carte de champ de la dimension choisie.

- conseil: Télécharger l'application sur votre ordinateur plutôt que d'utiliser l'applet java.



Position: On entre le nom de l'étoile cible (ici corot 1b) ou les coordonnés

On peut jouer grossièrement sur le zoom pour ajuster le champ. Ensuite, il suffit de redimensionner la fenêtre (flèches) pour obtenir le champ exact .

- Conseil: Faire un repérage pour bien orienter la camera sur le télescope de façon à ce que l'image obtenue soit orientée avec le Nord en haut (ou en bas). Ceci facilitera le repérage.

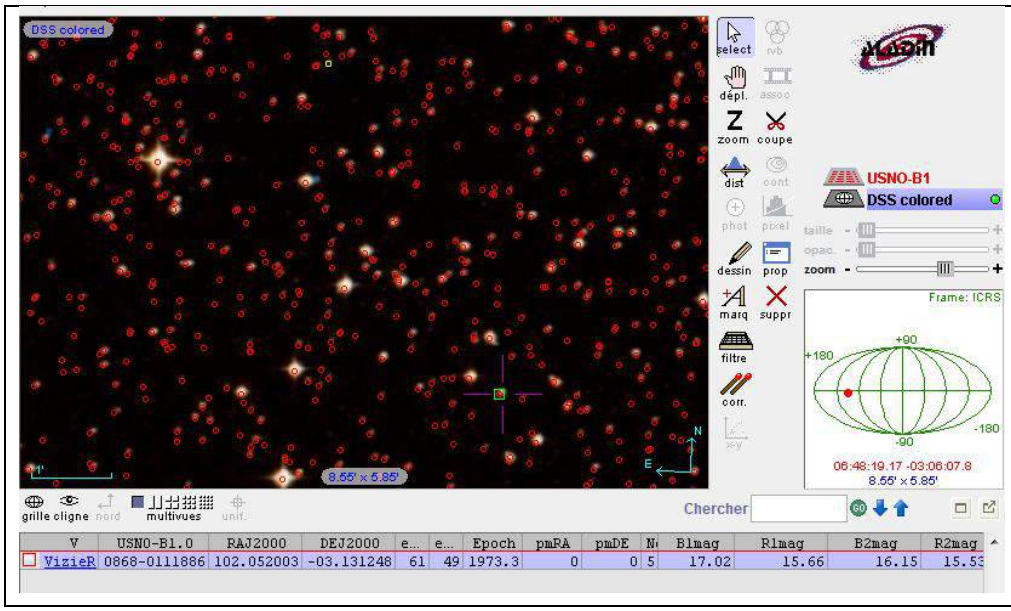
d. *Repérage des étoiles de référence pour les mesures:*

Il est préférable de comparer la luminosité de l'étoile cible avec celle d'étoile du même type (même spectre). pour cela le catalogue Aladin permet d'afficher des informations sur les étoiles du champ.

Dans aladin choisir le menu: "fichier" puis "charger un catalogue" puis "les relevés dans wizir" puis sélectionner le catalogue USNO-B1.

En cliquant sur les étoiles on obtient leurs magnitudes dans différentes couleurs (B, R); on prendra des étoiles de référence les plus proches possibles de l'étoile cible. Ce qui compte surtout c'est la différence de magnitude dans 2 couleurs (on parle d'indice de couleur) qui doit être voisin entre l'étoile cible et l'étoile de référence.

- Conseil: La base ETD permet de consulter les travaux faits par d'autres amateurs et ainsi de repérer les cartes de champ avec les étoiles cibles choisies; dans la base ETD, les mesures sont notées de 1 à 5 en fonction de leur qualité (1:the best).



En cliquant sur une étoile les informations la concernant s'affichent en bas. On note les valeurs Bmag et Rmag (on calcul B-V). On repère alors dans le champ les étoiles de même B-R.

2- Acquisition d'une série d'images

La première étape est de reconnaître le champ d'étoiles. Puis de placer l'étoile cible de façon à avoir dans le champ les étoiles de référence. Eviter les bords de l'image pour la cible et les étoiles de référence, la qualité des mesures est moindre dans ces zones, en raison du vignettage et de la distorsion du champ.

Veillez à déterminer le temps de pose de façon à ne pas saturer ni la cible, ni les étoiles de références. Le choix du temps de pose est toujours un dilemme: choisir un long temps de pose permet d'augmenter le rapport signal sur bruit (mais en cas de mauvaise image on perd une information représentant une longue durée); diminuer le temps de pose permet, en cas de problème, d'obtenir rapidement une nouvelle image...mais le rapport signal sur bruit est diminué.

- Conseil: Choisir un temps de pose entre 60s et 120s. Consulter les travaux des autres amateurs sur la base ETD pour se faire une idée du temps de pose requis.
- Conseil: Bien penser au préalable à mettre son ordinateur à l'heure (paramétrer Windows pour qu'il le fasse automatiquement ou utiliser un utilitaire).

3- Calibration des images:

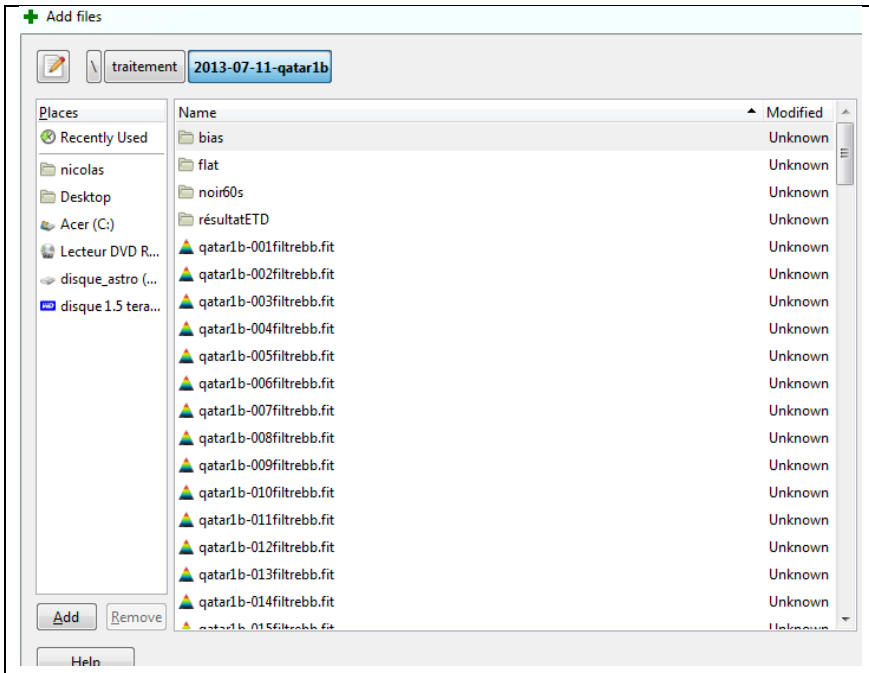
Cette étape n'est pas abordée dans cette fiche.

4- Photométrie différentielle

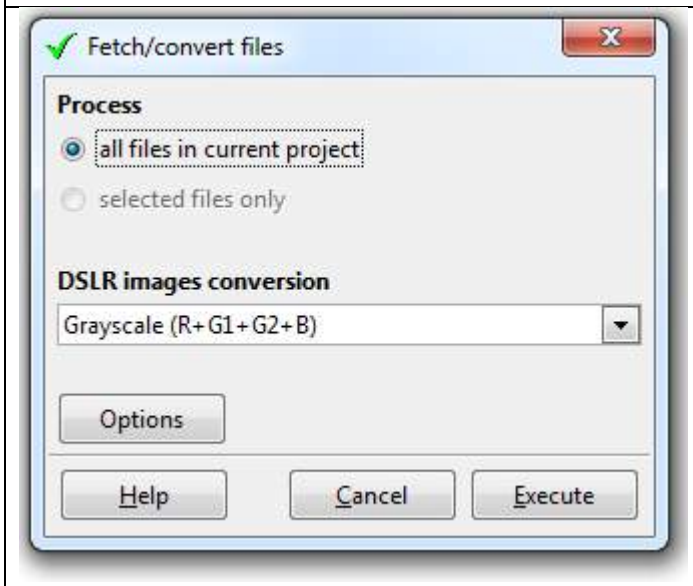
Le principe est simple: on mesure le flux de l'étoile cible comparé à celui d'étoiles de référence. Le flux des étoiles de référence est moyenné. Les étoiles de référence pouvant être des variables, on mesure leur flux par rapport à d'autres étoiles (scheck). Cette procédure est très grandement simplifiée grâce au logiciel développé par la base ETD: MuniWin :(http://c-munipack.sourceforge.net)

- 1: effacer les images temporaires du précédent traitement
- 2: ajouter des fichiers images (étape 1)
- 3: ajouter un dossier image
- 4: Repérer des étoiles sur les images (étape 2)
- 5-6-7: modifier l'heure des images (si celle ci est mauvaise) enlever dark et flat des images (si cela n'a pas été fait auparavant)
- 8: Comparer les étoiles des différentes images (étape 3)
- 9: Mesures photométriques des étoiles sur les images en prenant une image de référence dans la liste (étape 4)
- 10: Tracer la courbe photométrique en indiquant sur l'image de référence la variable, les références, les étoiles de comparaisons des références.(étapes 5 et 6) On doit également choisir le diamètre d'analyse des étoiles . Ce diamètre peut être changé par la suite. Si il est trop petit, l'ensemble de la lumière de l'étoile n'est pas étudié, si il est trop grand, la lumière de l'étoile + celle de ses voisines est prise en compte. Dans les 2 cas, les résultats sont faussés.

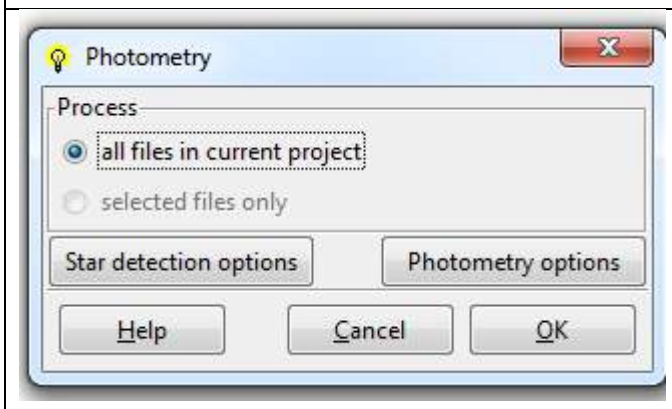
➢ Conseil: Procéder par tâtonnements pour trouver le bon diamètre.



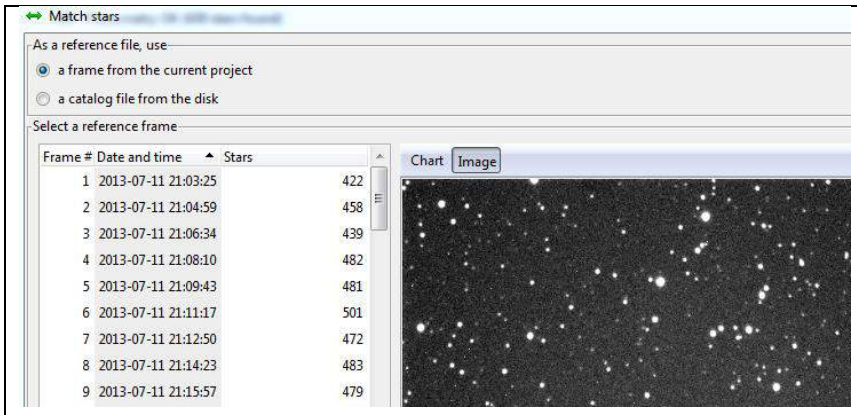
Etape 1: Sélectionner les images à traiter



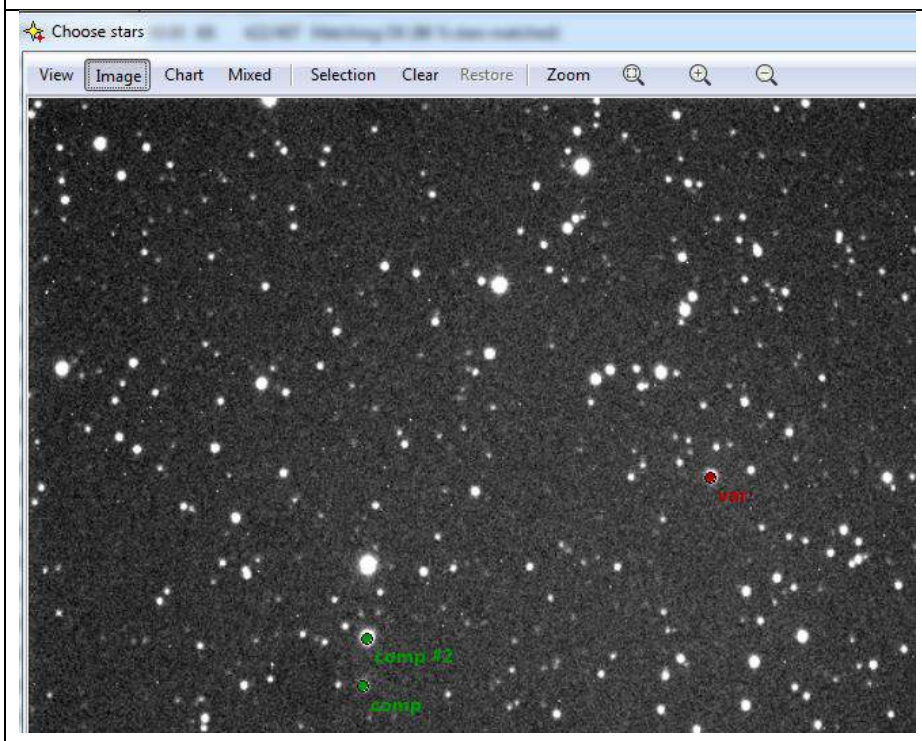
Etape 2: Convertir les images



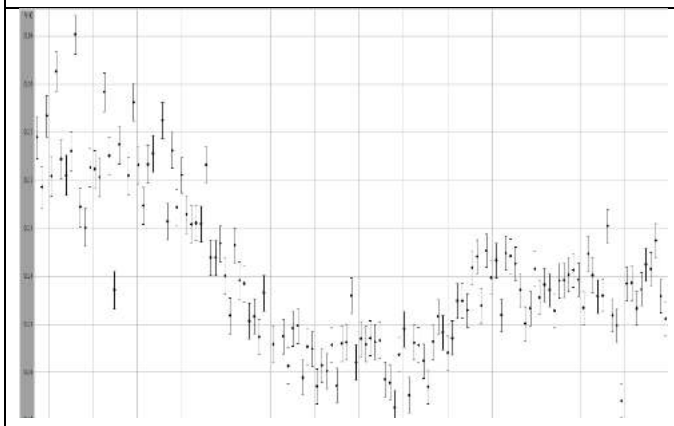
Etape 3: Repérer les étoiles dans les images



Etape 4: Comparer les étoiles détectées entre toutes les images.



Etape 5: Choisir les étoiles de comparaison



Etape 6: Tracer la courbe de lumière

- **Conseil: Ne pas hésiter à changer les étoiles de référence pour comparer les résultats. Ne pas hésiter également à enlever les images de mauvaise qualité (clic droit sur la courbe).**

5- Publication des résultats:

Après sauvegarde de la courbe obtenue (et de la carte des étoiles de référence) il suffit de proposer ses résultats sur le site ETD dans le menu "model fit your data". On renseigne les différents champ texte demandés puis on soumet nos données; celles ci rentreront dans la base quelques jours plus tard (après vérification).

6- Exploitation possible des résultats :

Rayon de la planète :On peut calculer facilement le rayon de la planète en utilisant la formule suivante :

$$\frac{\Delta f}{f}=\frac{R_p^2}{R_e^2}$$

où Re est le rayon de l'étoile, Rp celui de la planète et Δf la variation de la luminosité soit la différence entre la luminosité maximale et minimale, f le flux lumineux de l'étoile (supposé uniforme).

Ce qui nous donne $R_p=R_e\times\sqrt{\frac{\Delta f}{f}}$:

Pour connaître le rayon de l'étoile nous sommes obligés de nous rendre sur une base de données car la méthode des transits ne permet pas de le connaître.

Masse volumique : planète rocheuse ou gazeuse ?

Le calcul du volume de l'exoplanète (volume d'une sphère) est alors facile à calculer. On peut trouver la masse volumique de l'exoplanète (la masse est connue par la méthode des vitesses radiales) . On peut ainsi savoir si la planète est rocheuse ou gazeuse.

Distance de l'exoplanète :

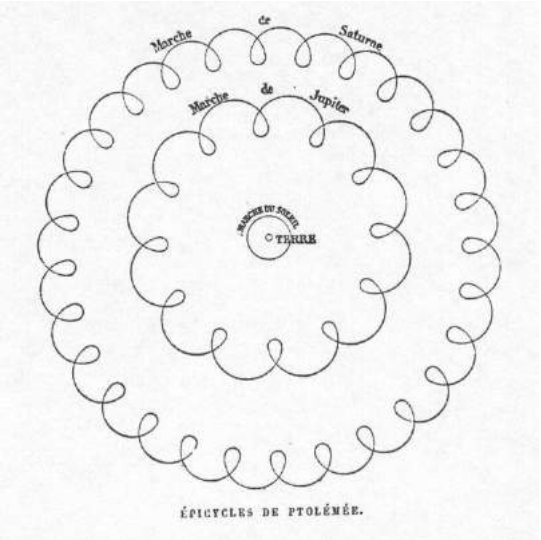
Si on observe plusieurs transits successifs, on peut estimer la période orbitale de la planète. Connaissant cette période ainsi que les masses de la planète et de l'étoile, la troisième loi de Kepler permet d'en déduire la distance de la planète à son étoile (en supposant une orbite circulaire). On peut alors discuter de l'éventuelle habitabilité de la planète (en prenant en compte le type d'étoile autour de laquelle elle gravite).

Quelques liens utiles :

- Base ETD: http://var2.astro.cz/ETD/index.php
- Encyclopédie des exoplanètes connues à ce jour: http://exoplanet.eu/
- Méthode de détection des exoplanète (observatoire de Paris): http://media4.obspm.fr/exoplanetes/pages_corot-methodes/methode-transit.html

Observer et comprendre la rétrogradation de Mars :

Avant le système héliocentrique de Copernic, le système de Ptolémée expliquait les mouvements de « marche arrière » des planètes dans le ciel en introduisant des épicycles. Ce système avait le mérite de maintenir la Terre au centre mais compliquait grandement la marche des planètes.
Le système héliocentrique permet d'expliquer de manière très aisée ce phénomène de rétrogradation.



PARTIE 1: Notions, compétences, objectifs, public visé, difficulté:

Notions et compétences requises au préalable :

- Connaissance du système solaire : planète, étoile, satellites.
- Connaissances minimale du logiciel « stellarium »
- Histoire des sciences.

Objectifs :

- On peut proposer aux élèves d'émettre leurs hypothèses
- On peut proposer aux élèves les 2 modèles (hélio_géo-centrique) et d'expliquer ce phénomène de rétrogradation avec ces 2 modèles.

Finalité :

- Montrer aux élèves les difficultés d'imposer un autre système de pensée que celui en vigueur. Montrer également qu'il n'est pas si évident que ça de démontrer que le « bon » système est l'héliocentré.

Public:

- atelier scientifique, lycée ou collège.

Difficulté:

- Aucune dans cette version car aucun calcul n'est demandé. On peut proposer une variante qui demande aux élèves de tracer les trajectoires sous Géogebra. L'outil logiciel ne pose pas de problème particulier.

Notions et compétences à acquérir :

Notions :

- Mouvement des planètes et de leurs satellites.
- Repères historiques. Les grands savants.

Compétences :

- Utilisation de l'outil informatique.

Logiciels requis :

- Stellarium : gratuit disponible ici : http://www.stellarium.org/fr/

- Héliocentrique de p.Boeuf (http://philippe.boeuf.pagesperso-orange.fr/robert/softs/heliocentrique2.zip)

PARTIE 2: Déroulement, progression possible:

1 Observer le phénomène à l'aide de Stellarium

Un logiciel de simulation astronomique comme Stellarium permet de simuler une observation de la planète Mars depuis la Terre.

Activité :

- Lancer le logiciel et le paramétrer afin qu'il indique les lignes et les noms des constellations.
- Observer le ciel de Paris en direction de l'Est le 3 mars 2012 à 00h30 en arrêtant l'écoulement du temps.
- Rechercher la planète Mars, puis centrer l'observation sur l'une des étoiles de la constellation du Cancer.
- Observer, jour après jour, toujours à la même heure, le déplacement de Mars de puis la Terre par rapport aux constellations. Poursuivre l'observation jusqu'en mai 2012.

Travail :

- Reporter les différentes positions de Mars sur la copie écran distribuée et indiquer par une flèche le sens de déplacement de la planète sur le fond du ciel. Dates à reporter : 01 décembre 2011, 03 mars 2012 et 25 mai 2012.
- Expliquer le terme de rétrogradation utilisé pour ce type de mouvement.
- Le mot planète vient du grec planetos qui signifie « astre errant ». Que pensez-vous de cette étymologie ?
- Les rétrogradations de Mars se produisent environ tous les deux ans. A l'aide du logiciel chercher les dates de début et de fin de la prochaine rétrogradation de Mars.

2 Proposer des hypothèses :

3 Comprendre le phénomène à partir du modèle héliocentrique:

Le logiciel « héliocentrique » de philippe Boeuf permet de retrouver les longitudes des planètes à diverses dates.

Le document au verso est un planétaire. Au centre du cercle se trouve le soleil.

Représenter en bleu la trajectoire de la Terre par rapport au soleil par un cercle de rayon 4cm. Sachant que la distance Terre/Soleil est de 150 millions de km et Mars/Soleil de 227 millions de km, représenter la trajectoire de mars en rouge.

1. Placer la Terre et Mars le 3 mars 2012 (A cette date les deux planètes sont en conjonction supérieure c'est à dire que le soleil, la Terre et mars sont alignés dans cet ordre.)
2. Tracer une parallèle à la direction de référence passant par la Terre (trait de référence à faire en vert) et relier la Terre à la direction de Mars.
3. Mesurer l'angle Mars Terre référence

4. Placer maintenant les planètes pour les dates du 01 décembre 2011 et du 25 mai 2012
5. Relier la Terre à Mars. Tracer pour ces 2 dates, à partir de la Terre une ligne parallèle à la ligne de référence.
6. Mesurer pour ces 2 dates les angles Mars Terre ligne de référence
7. Expliquer simplement pourquoi on voit la planète Mars se rapprocher puis s'éloigner de la direction de référence.

Quelques liens utiles :

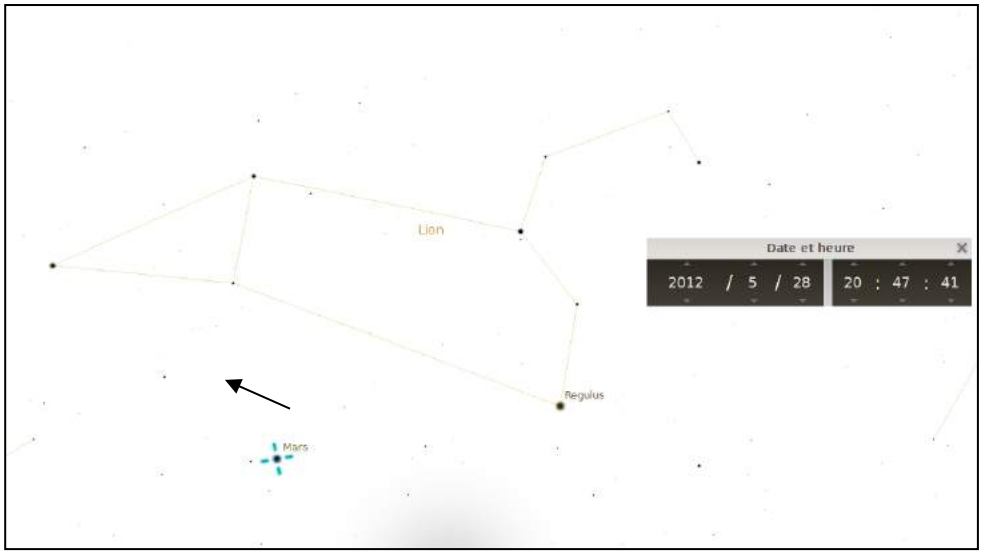
- Logiciel stellarium :http://www.stellarium.org/fr/

- *Logiciel* **héliocentrique** *: http://philippe.boeuf.pagesperso-orange.fr/robert/softs/heliocentrique2.zip*

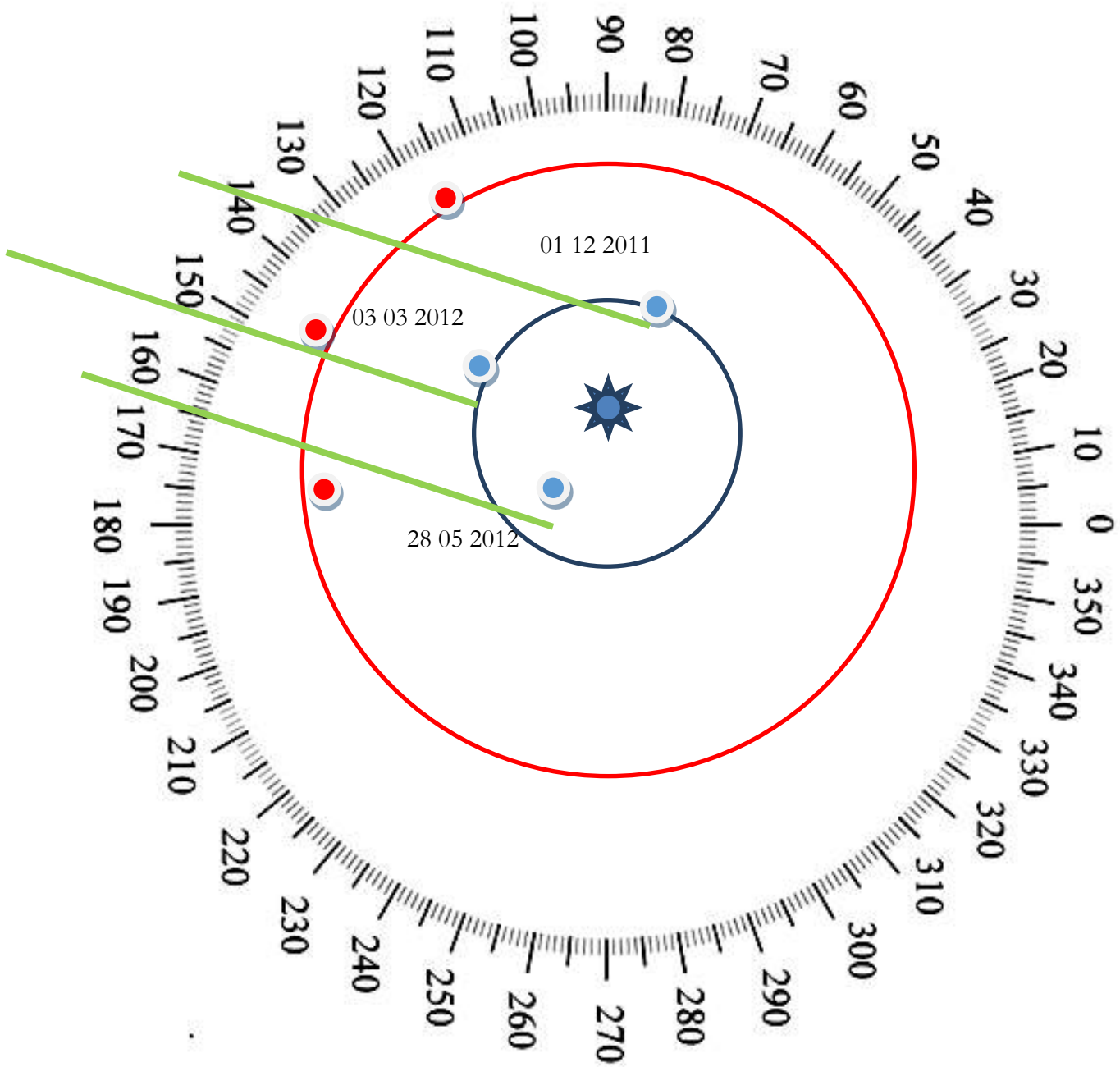
Eléments de réponses:

: La prochaine rétrogradation a lieu en Mars 2014 ; mars passe devant la constellation de la vierge.

Mouvement apparent de Mars dans le ciel

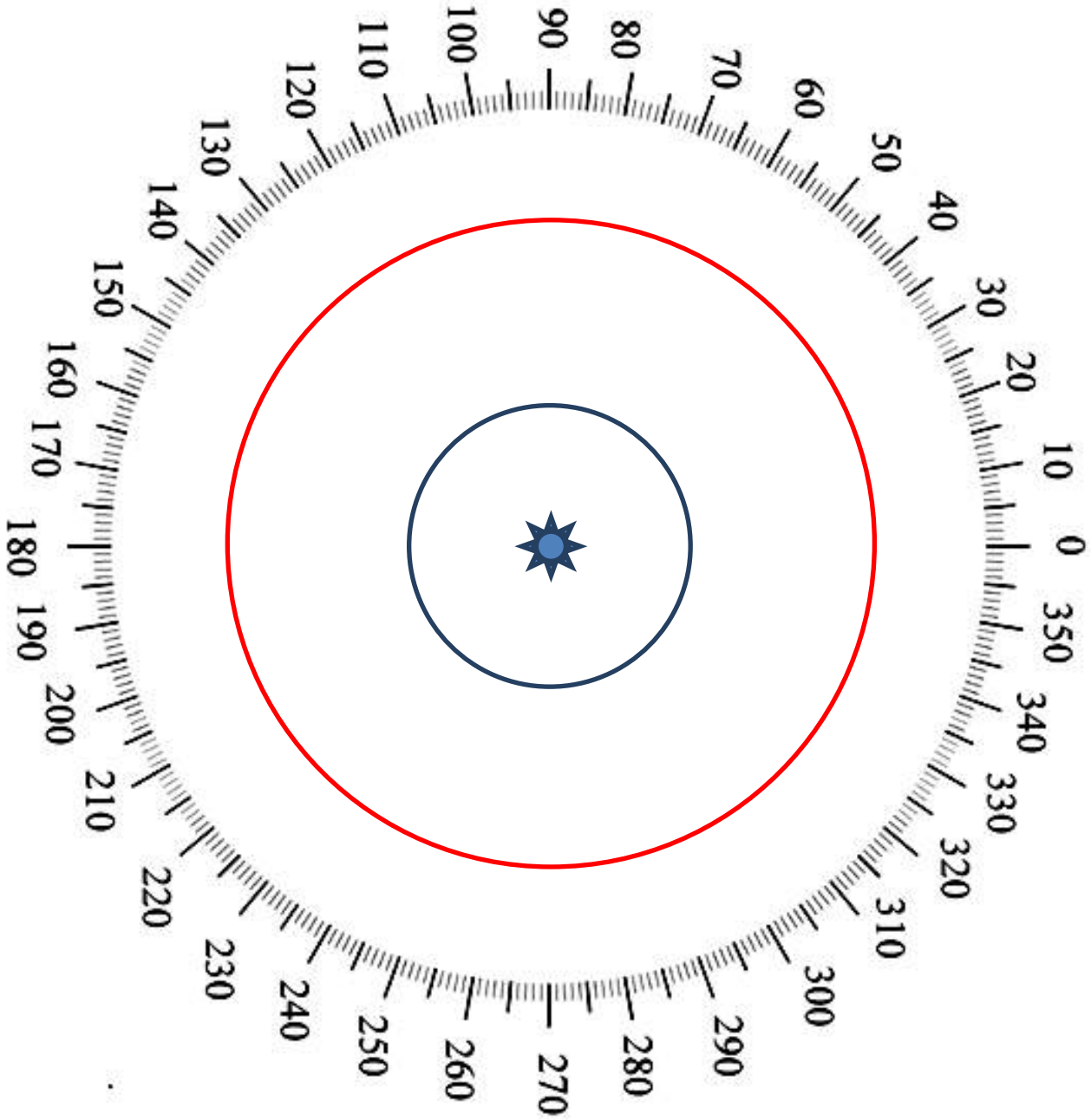


MARS			Terre		
DATE		Longitude	DATE		Longitude
01 12	2011	122 °	01 12	2012	68°
3 3	2012	163 °	3 3	2012	162 °
28 5	2012	201 °	28 5	2012	246 °



L'angle mesuré passe d'une valeur positive à une valeur négative ;la Terre qui tourne plus vite autour du soleil que Mars double celle-ci ce qui explique le phénomène de rétrogradation.

01 12	2011	122 °	01 12	2012	68°
3 3	2012	163 °	3 3	2012	162 °
28 5	2012	201 °	28 5	2012	246 °


0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
240
250
260
270
280
290
300
310
320
330
340
350

Partie 2 - Tutoriels

Réaliser et traiter des spectres avec un StarAnalyser

Description de l'activité : Comment réussir à faire parler rapidement les spectres obtenus avec un Star Analyser.

Lorsque l'on réalise des clichés de spectres d'étoiles, il n'est pas toujours évident de les exploiter.

Compétences et capacités requises

Compétence(s) : Réaliser, Valider (critiquer), Communiquer
Capacités/attitudes - Suivre un protocole expérimental - Rédiger un compte-rendu d'expérience - Faire preuve d'esprit critique - Faire preuve d'autonomie

Prérequis	
Notions - Savoir mettre en station un télescope. - Faire la mise au point. - Savoir que l'étude des spectres permet de connaître la composition de l'enveloppe externe des étoiles. - Estimer la température de surface d'une étoile à partir de son spectre.	Logiciels/équipement - Un télescope muni d'une caméra CCD sur la quelle est monté un Star Analyser. - Un ordinateur sur lequel est installé le logiciel Audela.
Niveau Technique : confirmé	
Niveau : collège - lycée	

Objectifs :

Cette fiche a pour fonction de vous permettre de traiter et d'exploiter ces spectres en quelques clics.

Finalité :

Faire parler les spectres en éliminant les problèmes à la réponse instrumentale. Obtenir la courbe de Planck pour déterminer la température de surface d'une étoile.

Cadre de l'activité :

Une soirée d'observation dédiée à la spectroscopie suivie d'une exploitation numérique.

Etapes

Le Staranalyser est un spectroscope basse résolution réalisé à l'aide d'un réseau de 100 t/mm blazé pour optimiser l'ordre 1.

1- Les spectres avec le Staranalyser :

Astuce Astro à l'école :

Pour vérifier l'orientation du Staranalyser en l'éclairant avec votre frontale vous devez vérifier que les spectres vus à travers le Staranalyser sont bien alignés avec le capteur CCD. Bloquez le dans cette position avec la bague fournie avec le Staranalyser.

- Adapter le Starnalyser sur la caméra ou l'APN.
- Mettre en place la caméra, puis réaliser un cliché de manière à orienter la caméra pour que le spectre placé à droite de l'étoile, soit à peu près horizontal.

- Vous devez également choisir une étoile de référence dont le spectre est répertorié : Régulus (type spectral B8v) ou Sirius (type spectral A0) par exemple.

Une fois l'ensemble de vos cibles, il vous faudra réaliser vos fichiers cosmétiques classiques : Noir, Offset, PLU et Noir de PLU pour pouvoir passer au traitement.

Pour chaque fichier, réaliser au moins 3 clichés de manière à pouvoir un traitement cosmétique correct.

2- Le traitement sous Audela.

Afin de pouvoir analyser nos images et pouvoir récupérer l'information concernant les spectres des étoiles étudiées, il nous a d'abord fallu réaliser une réponse instrumentale.

En effet, les images que l'on obtient sont fonction du matériel utilisé. En réalité, le télescope et la caméra ont un impact direct sur l'image, en fonction de la longueur d'onde étudiée le capteur de la caméra ne réagit pas de la même manière.

Aussi, nous devons prendre une étoile de référence parfaitement connue afin de pouvoir étalonner notre matériel.

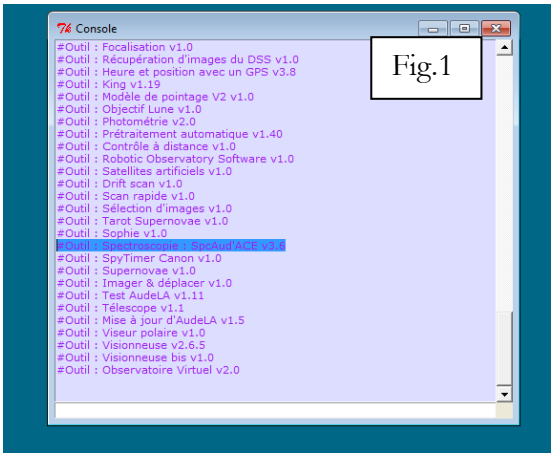
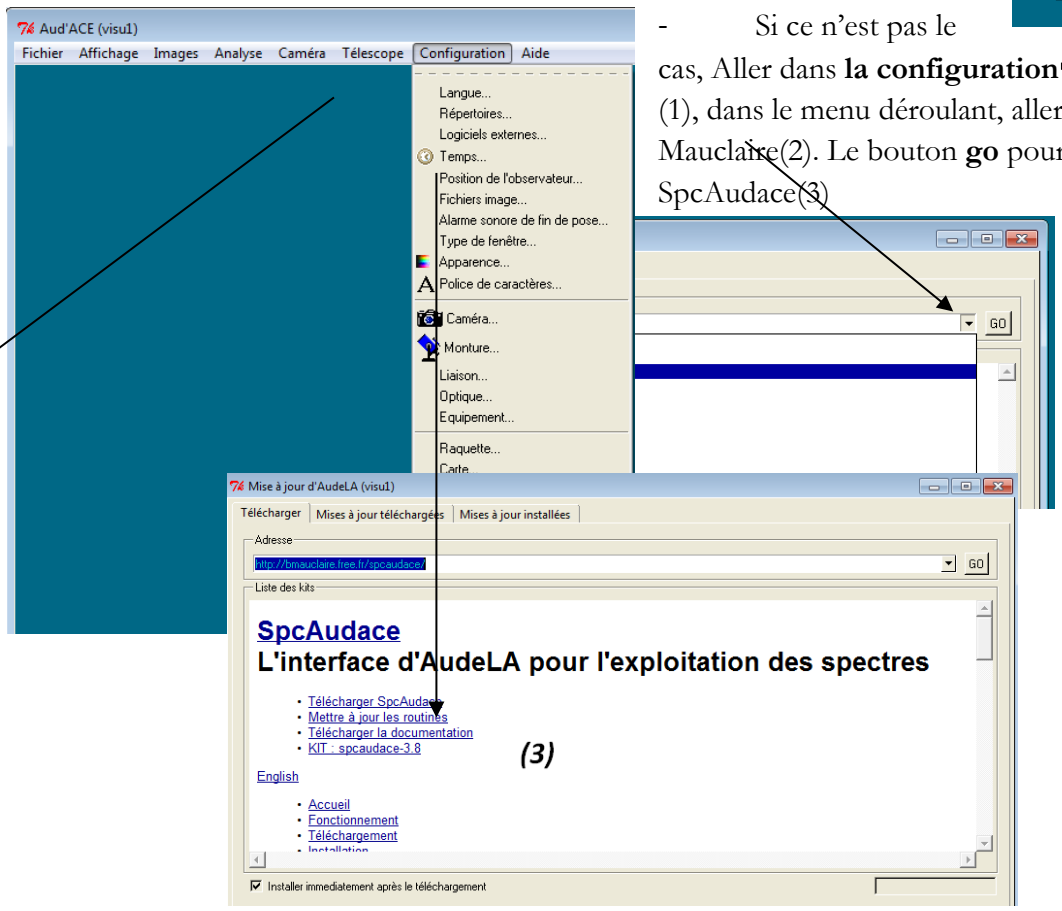


Fig.1

Réponse instrumentale

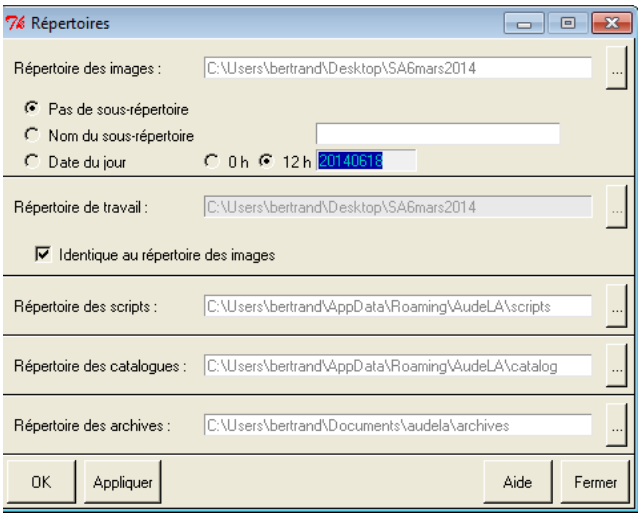
L'interface SpcAud'ACE de Audela permet de réaliser un traitement complet de vos spectres en commençant par réaliser la réponse instrumentale.

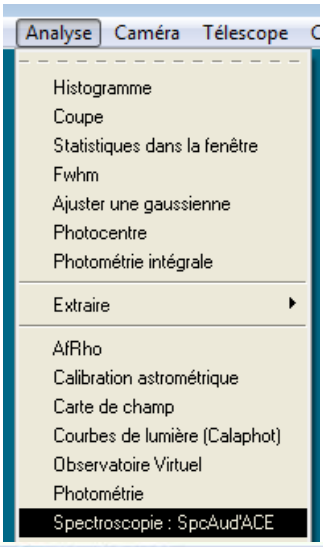
- Ouvrir Audela.
- Vérifier sur la console (fig. 1) que votre version de SpcAud'ACE est à jour Version 3.8.



- Si ce n'est pas le cas, Aller dans **la configuration➔ mise à jour Audela** (1), dans le menu déroulant, aller sur le site de Benjamin Mauclaire(2). Le bouton **go** pour aller récupérer le kit SpcAudace(3)

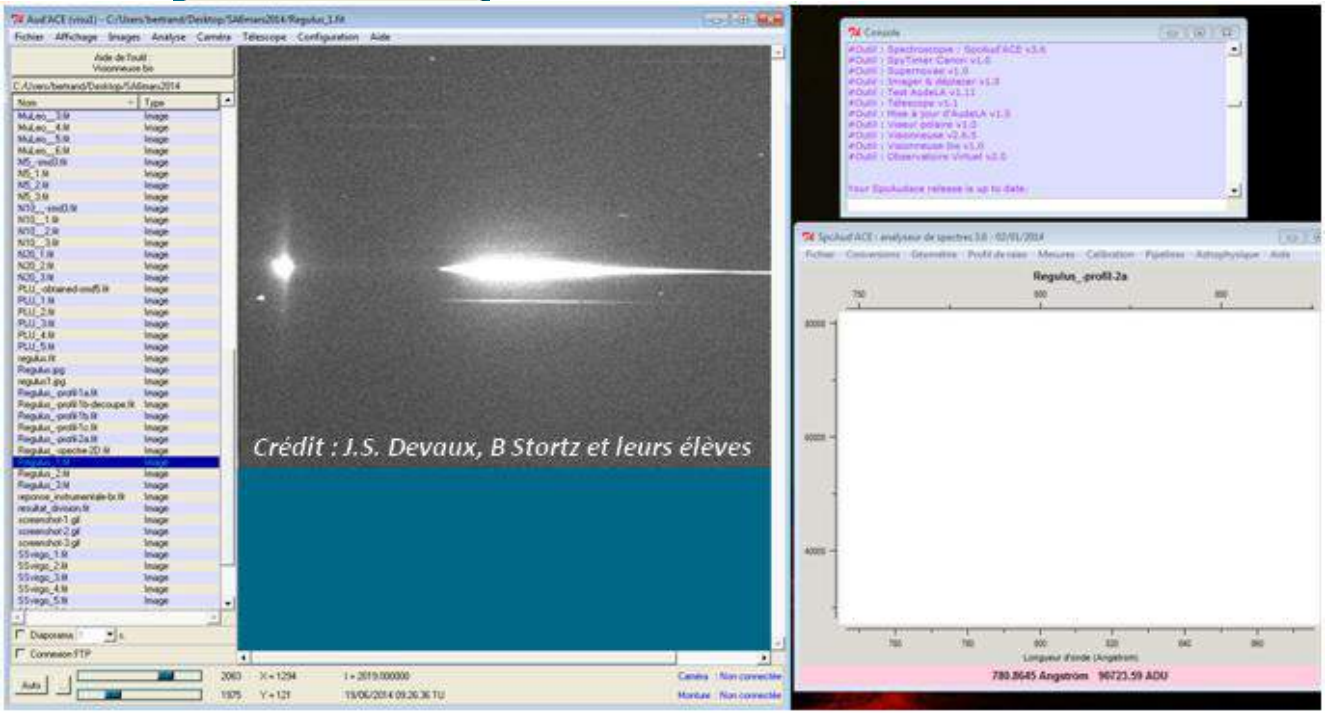
Il faut préparer Audela en choisissant le répertoire contenant l'ensemble des fichiers : Cibles et cosmétiques. Pour cela aller dans le menu **configuration➔ Répertoire** puis Cliquez sur OK puis fichier





Dès lors ouvrez l'interface Spectroscopie : **Analyse➔ SpcAud'ACE**

Si vous voulez pouvoir tout suivre en même temps, configurer votre fenêtre comme ci-dessous.

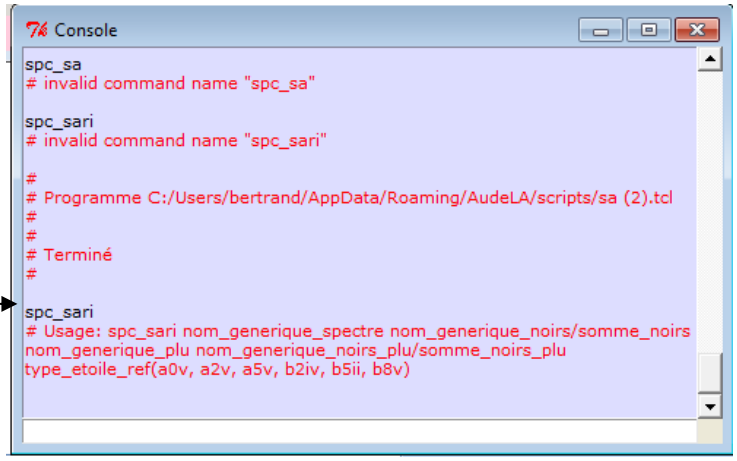


Deux méthodes s'offrent à vous dans la manière de réaliser l'analyse de vos fichiers :

- une méthode pas à pas ;
- utiliser une interface rapide ou pipeline.

Une méthode pas à pas :

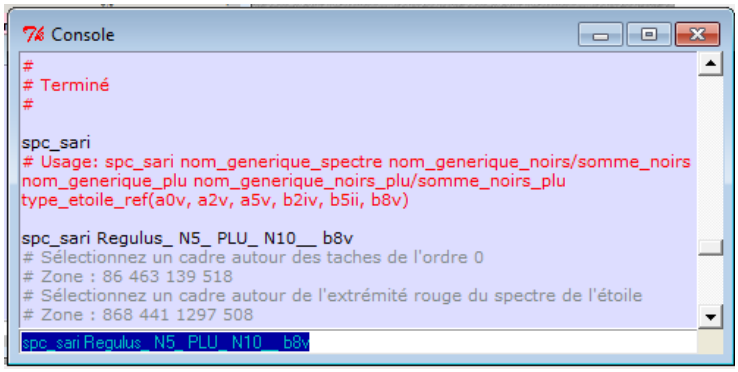
Maintenant aller dans la console et taper la commande: « spc_sari »



Il ne vous reste plus qu'à suivre l'usage en respectant impérativement les espaces et les noms des fichiers.

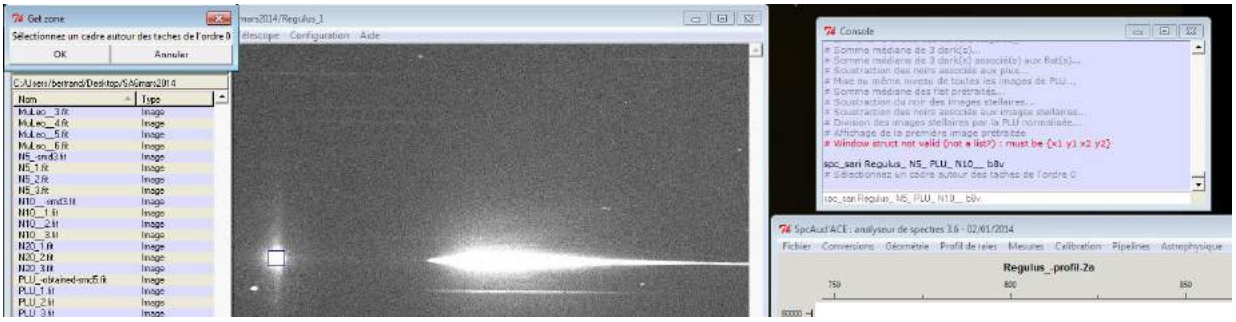
- Ouvrir le fichier image brute : Regulus_1.fit.

Ici, nous avons choisi l'étoile Régulus (pose de 5s), N5_, des PLU (pose 10s), d'où les noirs de PLU N10__, étoile de type b8v. d'où la commande surlignée ci-contre



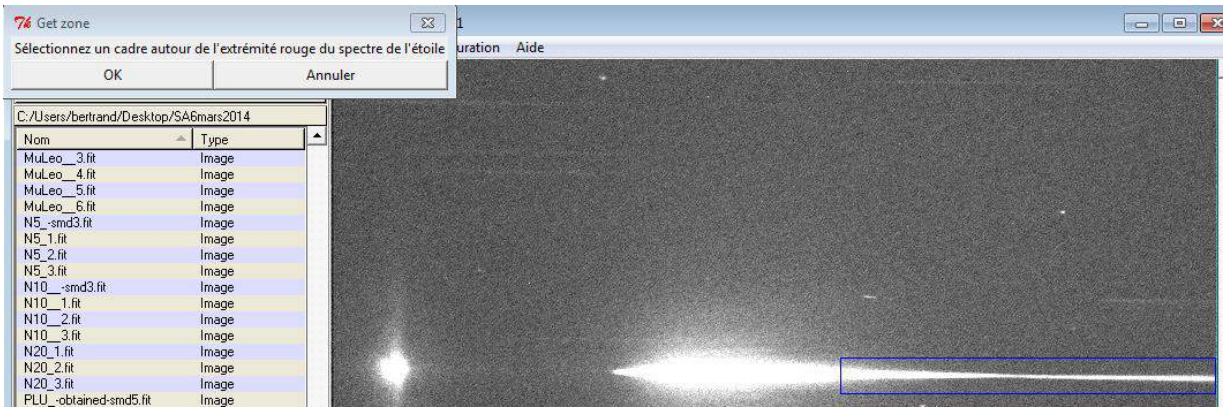
Remarque : en cas de fautes de frappes, la flèche vers le haut du clavier permet de récupérer les textes écrits précédemment.

Comme indiquer sur la boite de dialogue **Get zone** qui s'ouvre, vous devez faire cadre autour de l'étoile (ordre 0) cliquer sur OK.

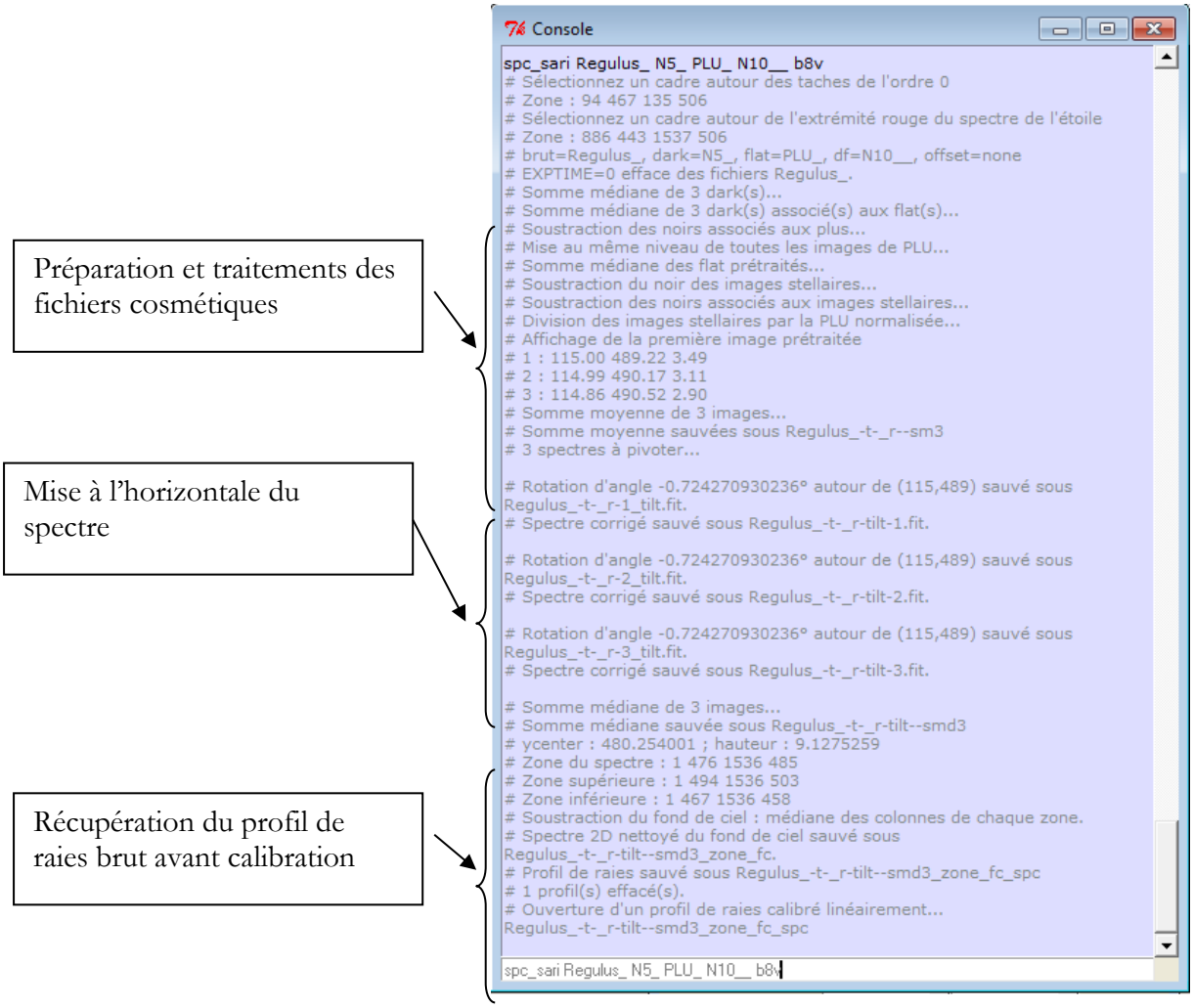


Même action pour la partie rouge du spectre.

Vous



pouvez suivre alors sur la console l'ensemble des actions réalisées par le script.

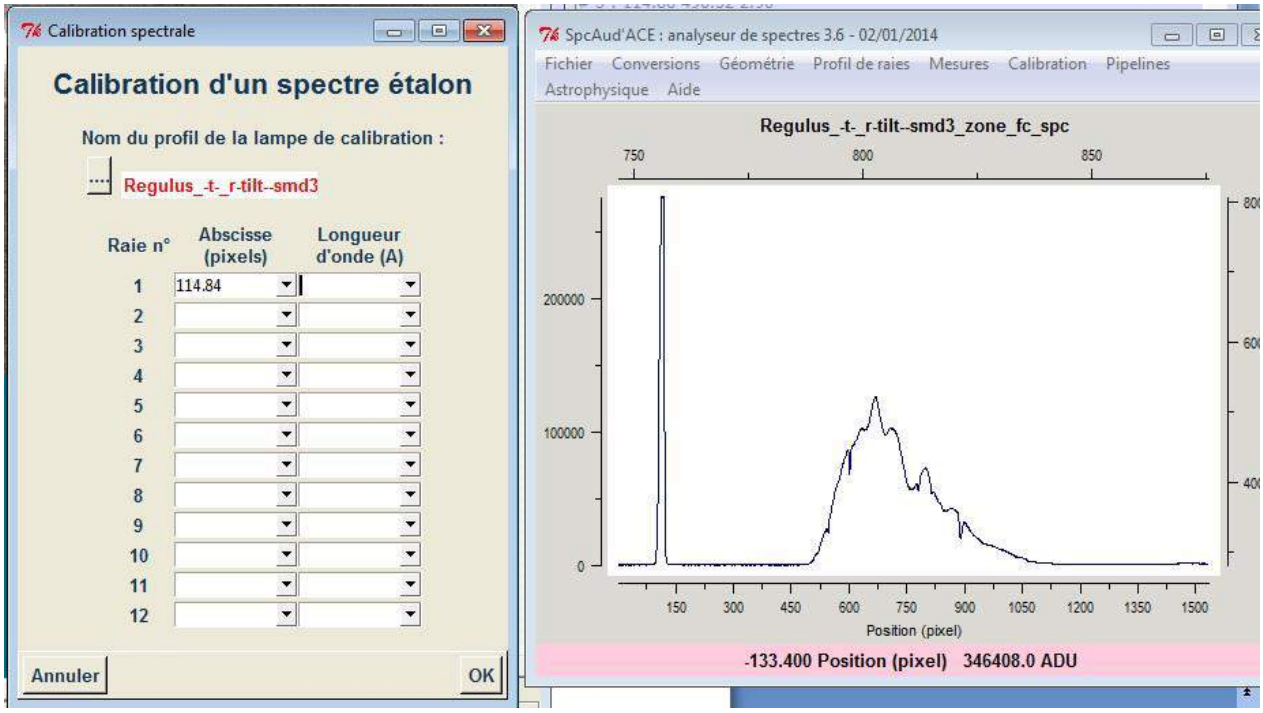


Dans la Visionneuse bis, faire un clic droit **actualiser** pour voir apparaitre les fichiers temporaires.

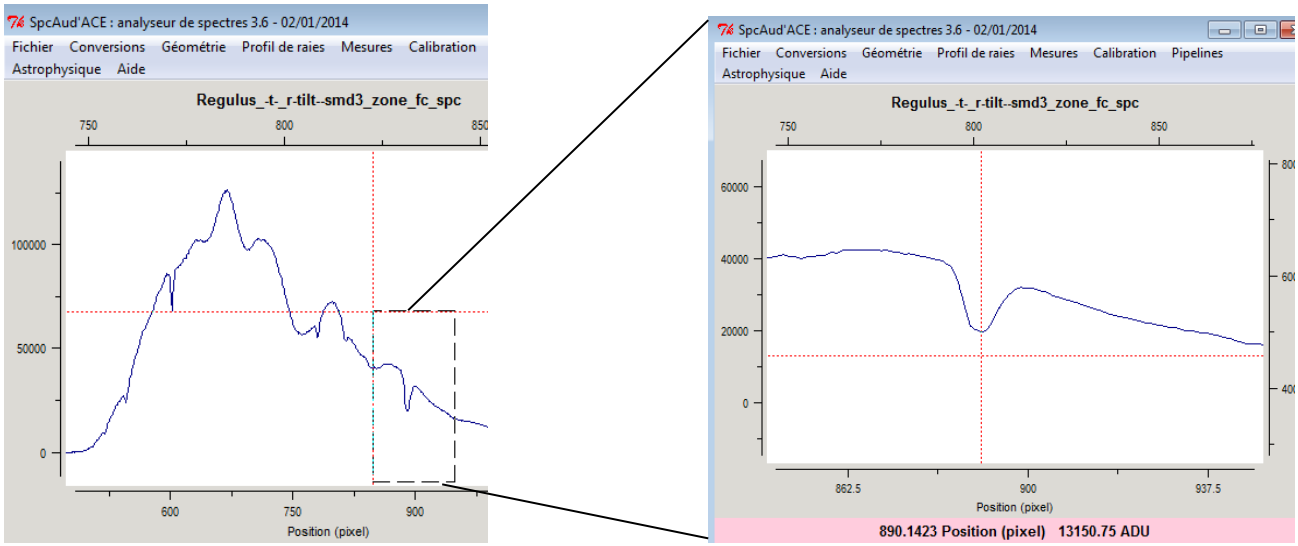
On arrive sur la partie calibration du spectre, il faut pouvoir attribuer à quelques raies la longueur d'onde en Angstrom correspondante.

Par défaut, la position de l'ordre 0 est toujours repérée.

Sur l'image ci-dessous elle correspond ici pixel N° 114,84



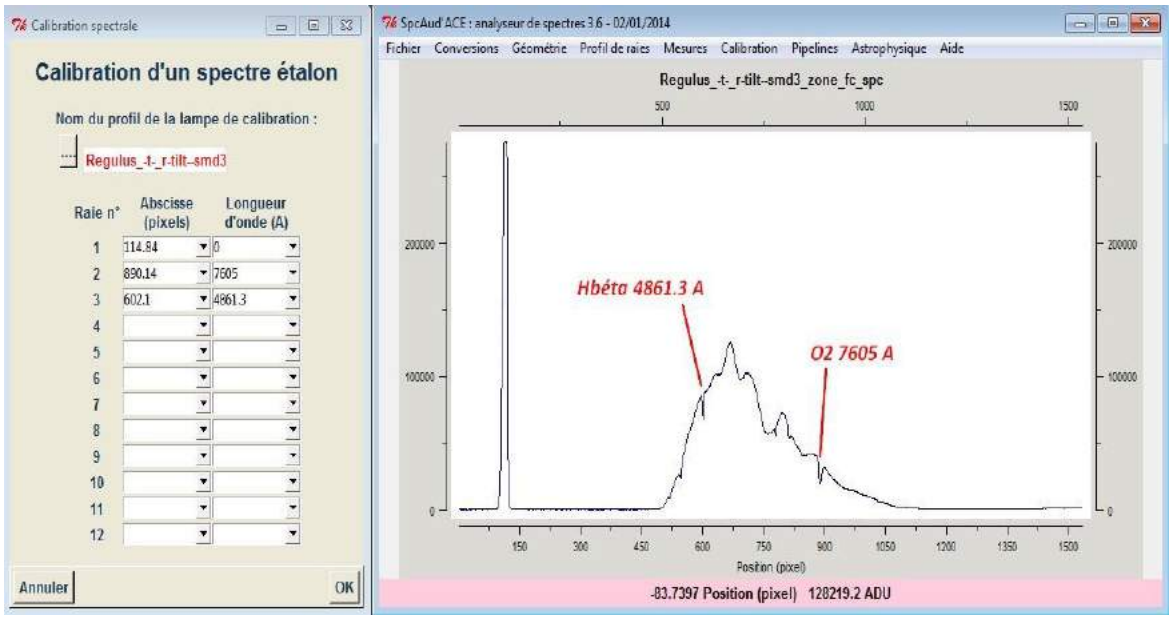
Par un cliquez/glissez dans l'analyseur de spectre, on peut zoomer sur les raies principales. Un clic droit permet de revenir à la totalité du profil.



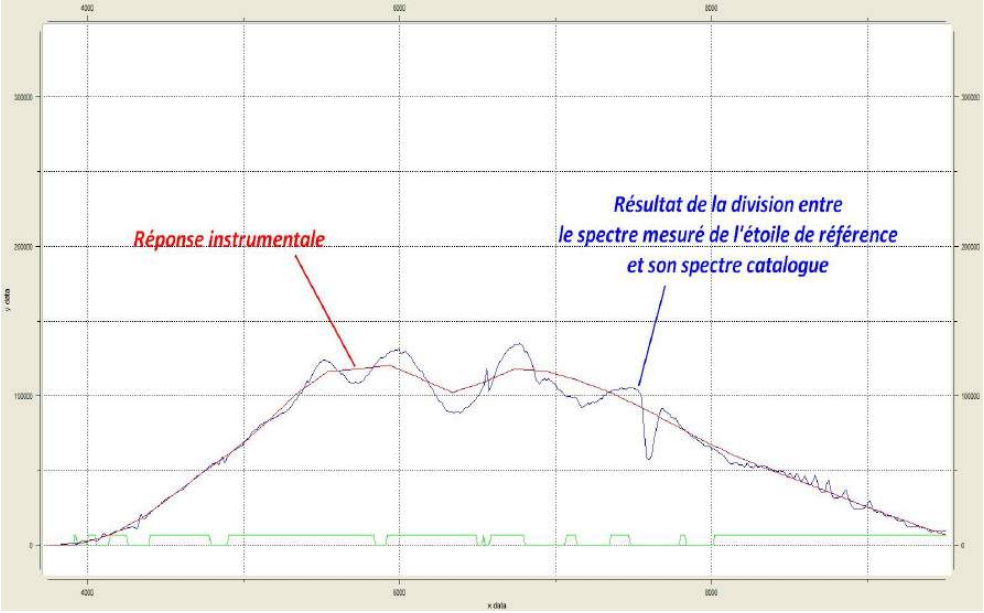
La raie de position 890,14 pixel est à comparer avec des tables ou le spectre répertorié de Regulus : informations disponible sur le net
http://www.astrosurf.com/rondi/t60_mars2003/spectro.htm

On trouve ici la raie de position 602,1 correspond à la raie Hβ de la série de Balmer λ =4861,3 Å de même une raie de l'oxygène atmosphérique à 7605 Å.

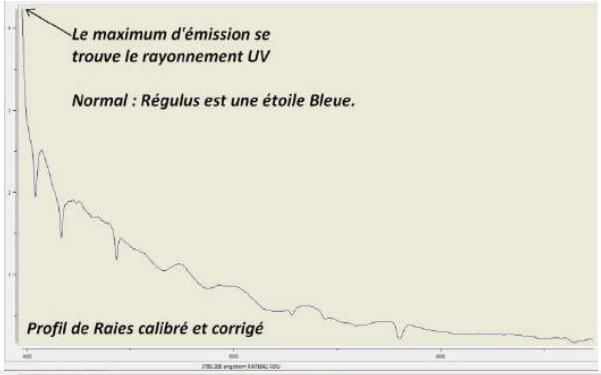
Remarque : Les longueurs d'onde ne sont pas données en nm comme il est d'usage car en spectroscopie et dans le logiciel Audela les longueurs d'onde sont données en Angstrom de symbole Å.

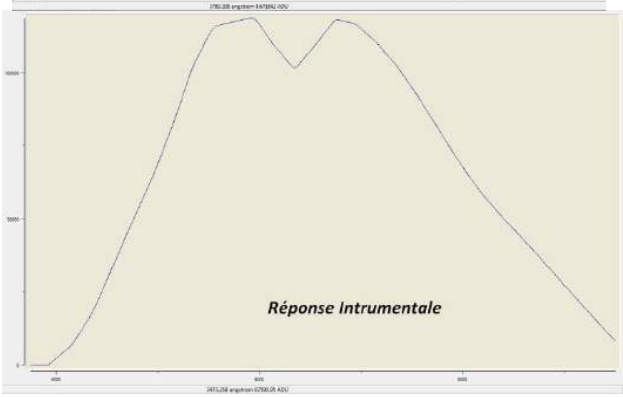


On complète la fenêtre de calibration puis ok et on obtient le profil de raies brut et la réponse instrumentale.



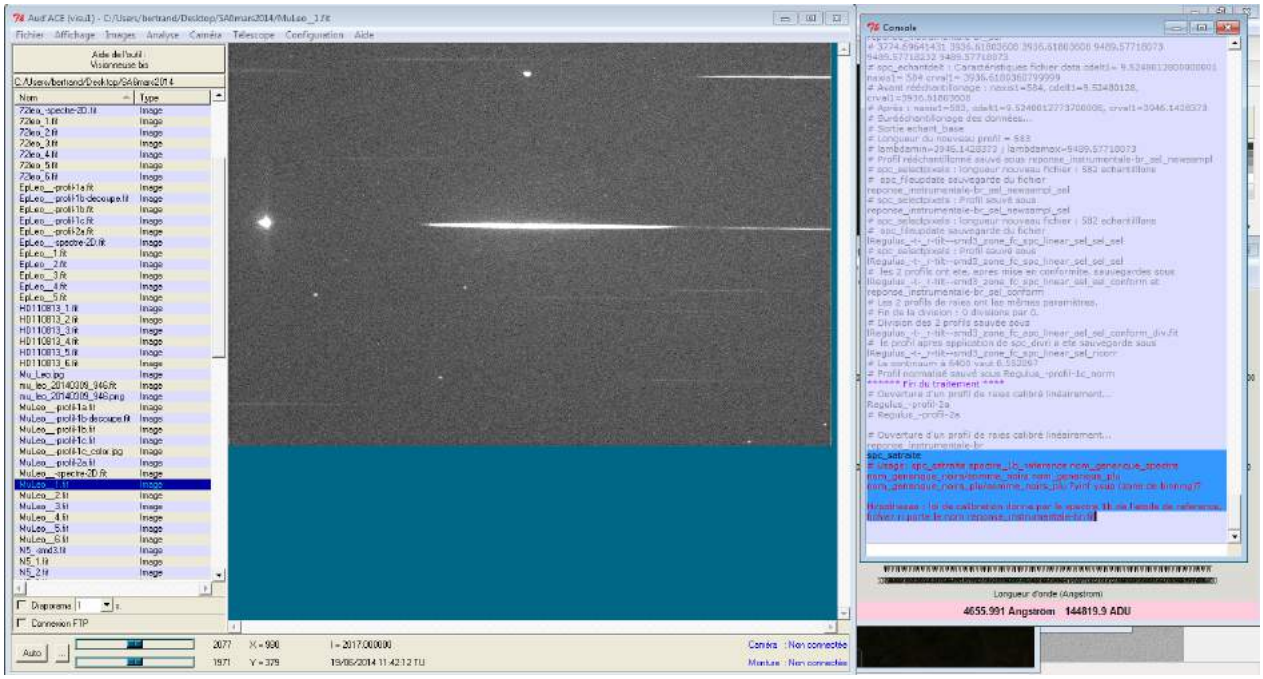
Puis le profil de raies corrigé et la Réponse instrumentale



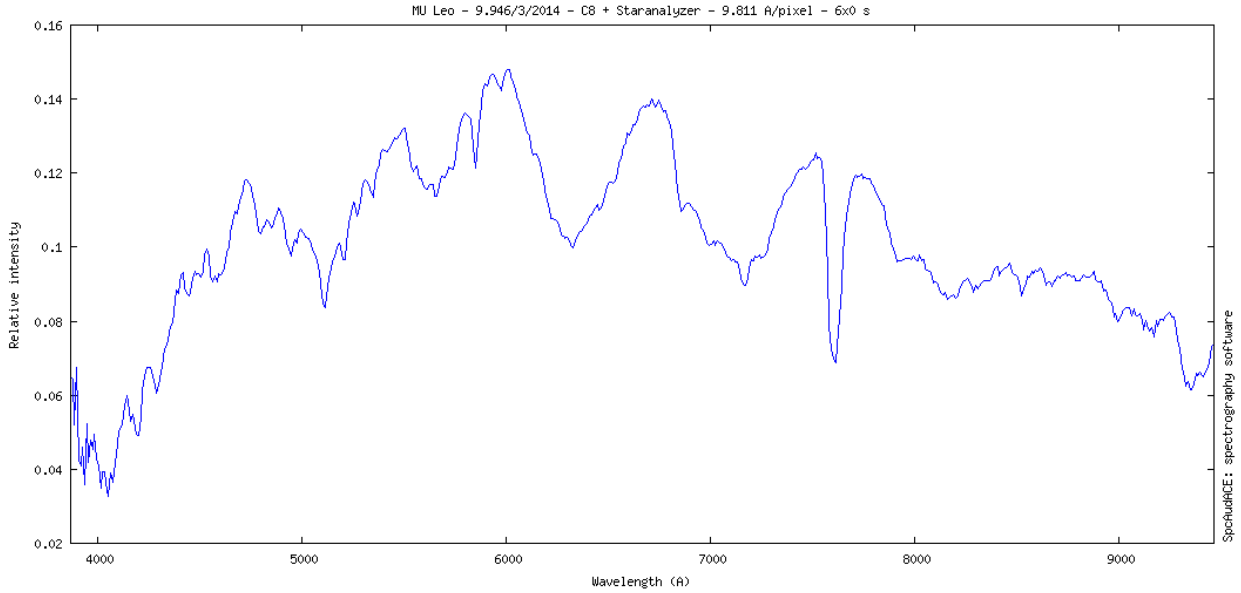


a. Traitement des autres cibles.

Pour cette opération, taper dans la console : spc_satraite



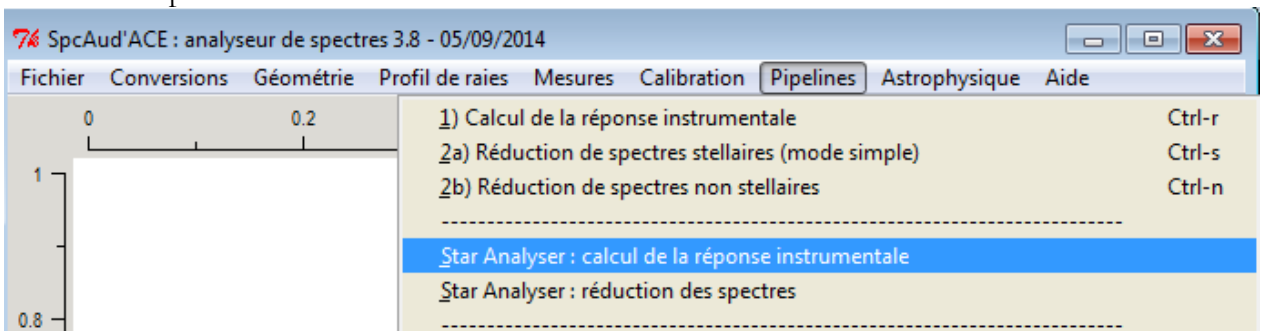

```
# Usage: spc_satraite spectre_1b_reference nom_generique_spectre
nom_generique_noirs/somme_noirs nom_generique_plu
nom_generique_noirs_plu/somme_noirs_plu ?yinf ysup (zone de binning)?
```



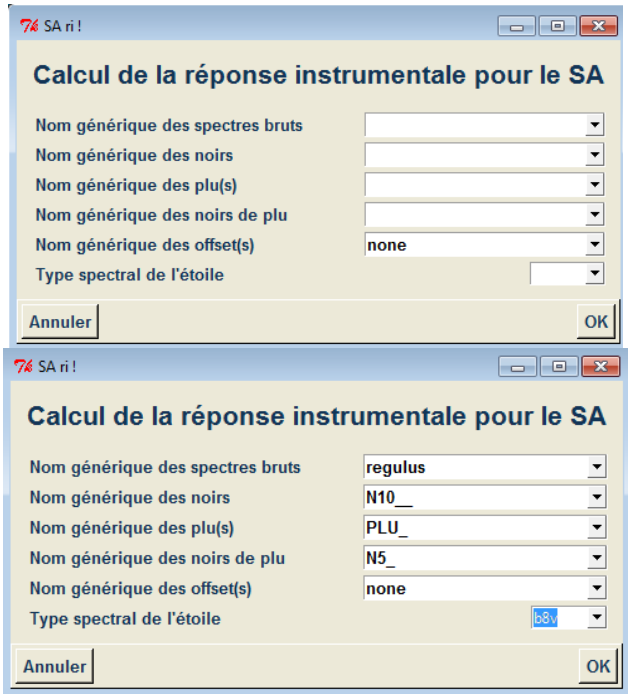
Crédit : Club Astro du lycée Jean Moulin de Béziers (M. Devaux, M. Stortz et leurs élèves)

Méthode Rapide avec interface graphique (utilisation d'un pipeline)

Dans la fenêtre de SpcAuda'ACE, aller dans le menu pipeline et sélectionner Star Analyser : calcul de la réponse instrumentale.



La fenêtre SA ri s'ouvre alors et les différents menu déroulant doivent être renseignés, Ils sont directement associés au répertoire choisi.

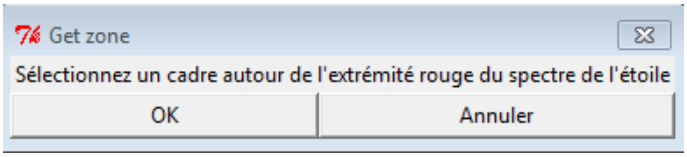


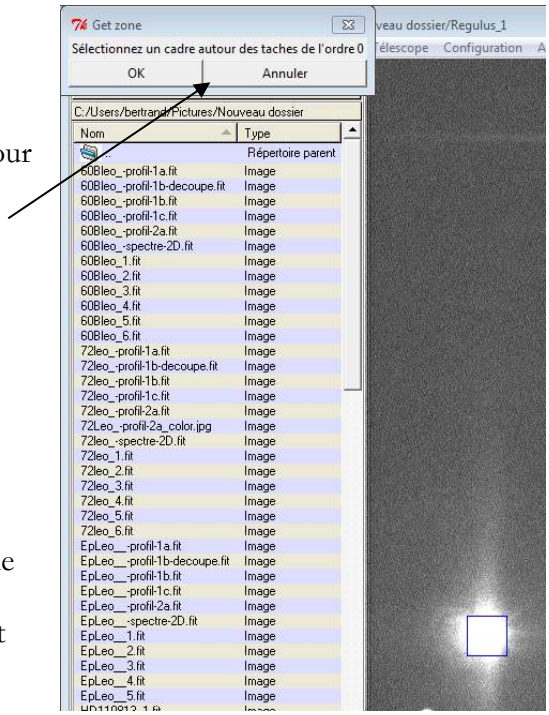
Ici le remplissage est fait en tenant compte des différents paramètres de nos images.

Cliquez sur Ok et le pipeline démarre.

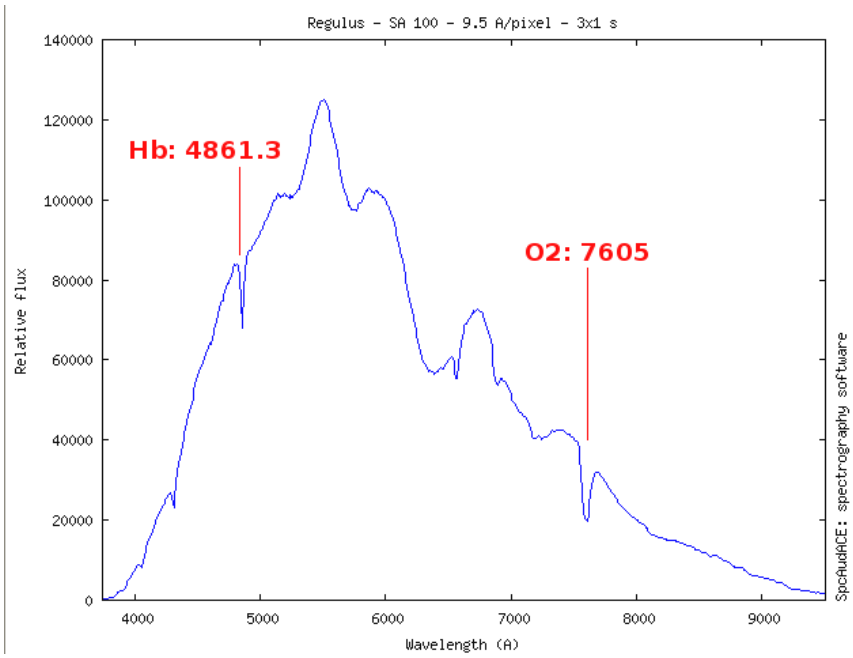
Comme dans la version pas à pas, il faut réaliser un cadre autour des taches de l'ordre 0.

Puis un cadre autour de la partie rouge du spectre.



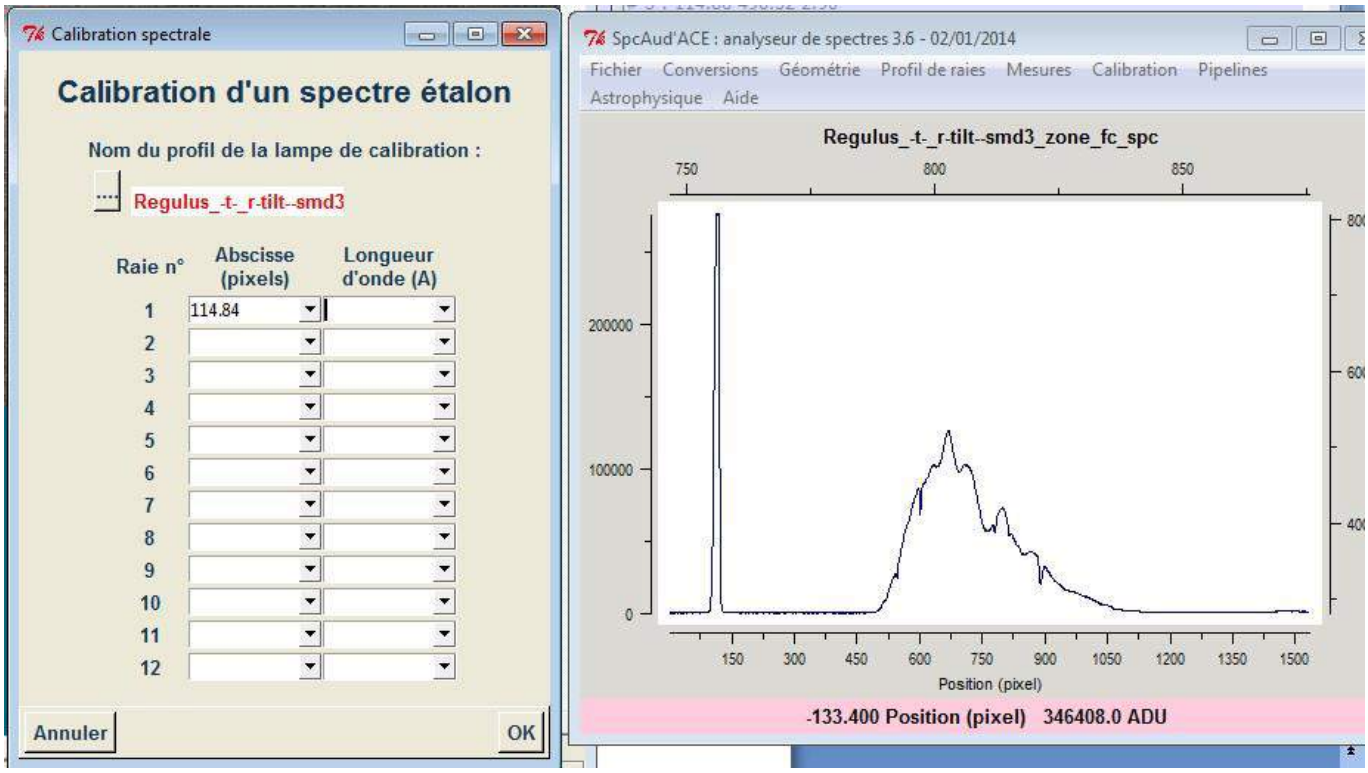


La fenêtre de calibration, une aide à la calibration sur le type spectral de l'étoile de référence et la courbe spectrale obtenue à partir des clichés réalisés s'ouvrent instantanément.

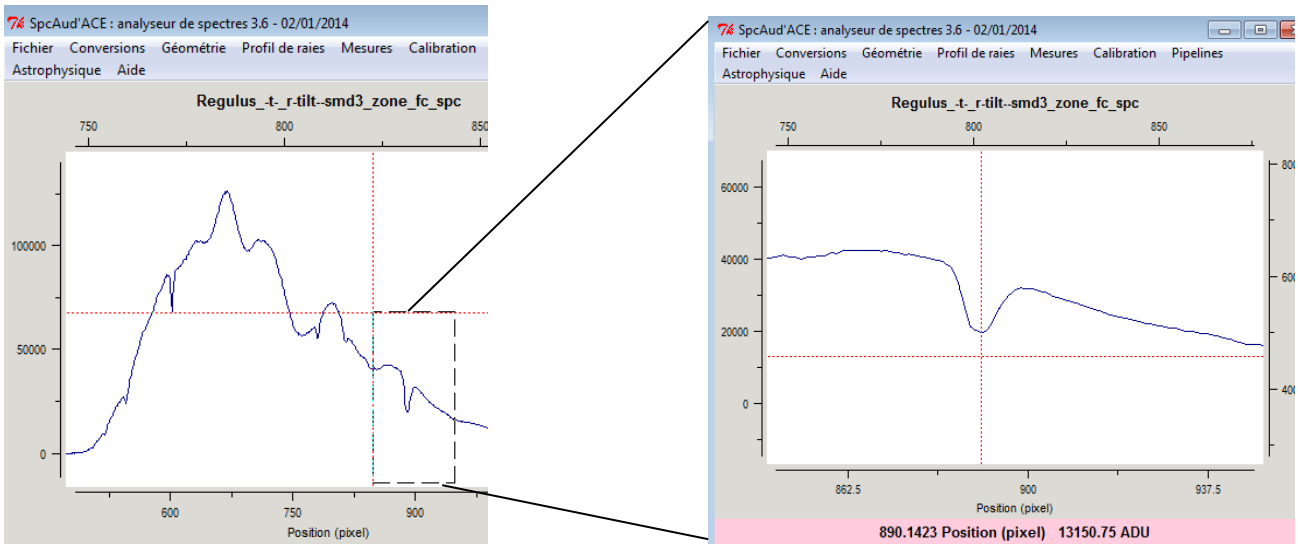


On arrive sur la partie calibration du spectre, il faut pouvoir attribuer à quelques raies la longueur d'onde en Angstrom correspondante.

Par défaut, la position de l'ordre 0 est toujours repérée ici pixel N° 114,84



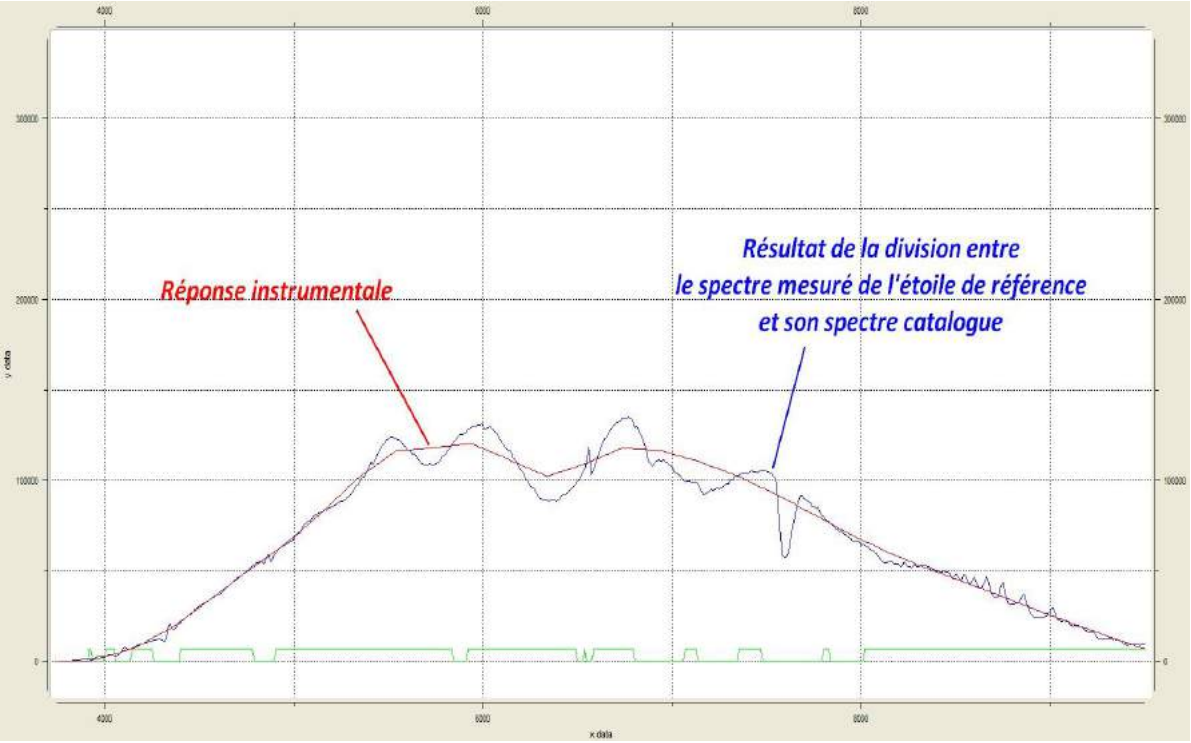
Par un cliquez/glissez dans l'analyseur de spectre, on peut zoomer sur les raies principales. Un clic droit permet de revenir à la totalité du profil.



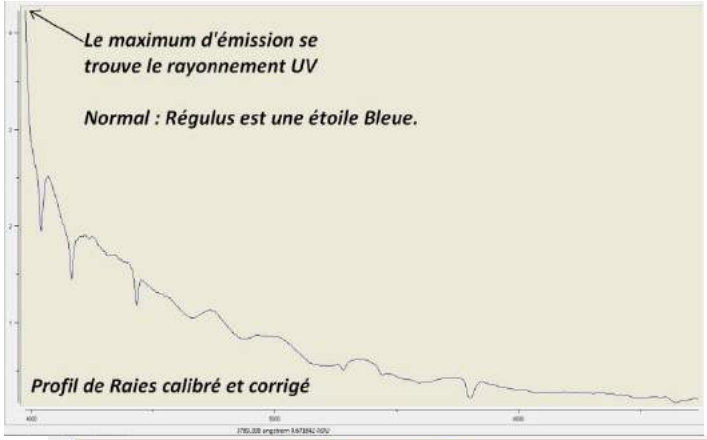
La raie de position 890,14 pixel est à compléter avec la valeur de la longueur d'onde de 7605 A.

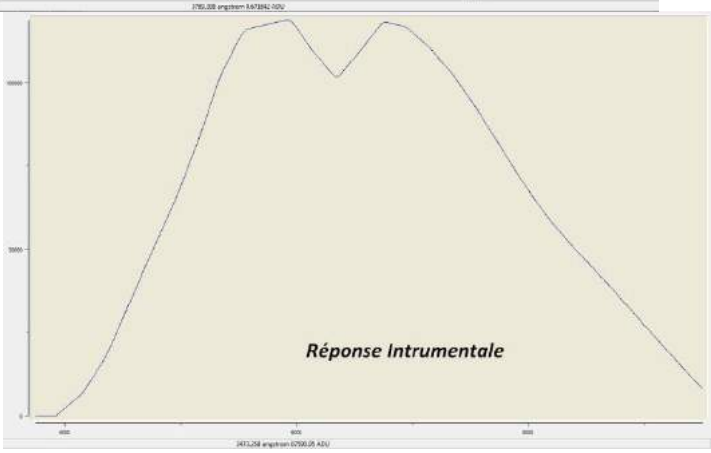
Remarque : Les longueurs d'onde ne sont pas données en nm comme il est d'usage car en spectroscopie et dans le logiciel Audela les longueurs d'onde sont données en Angstrom de symbole Å.

On complète la fenêtre de calibration puis ok et on obtient le profil de raies brut et la réponse instrumentale.



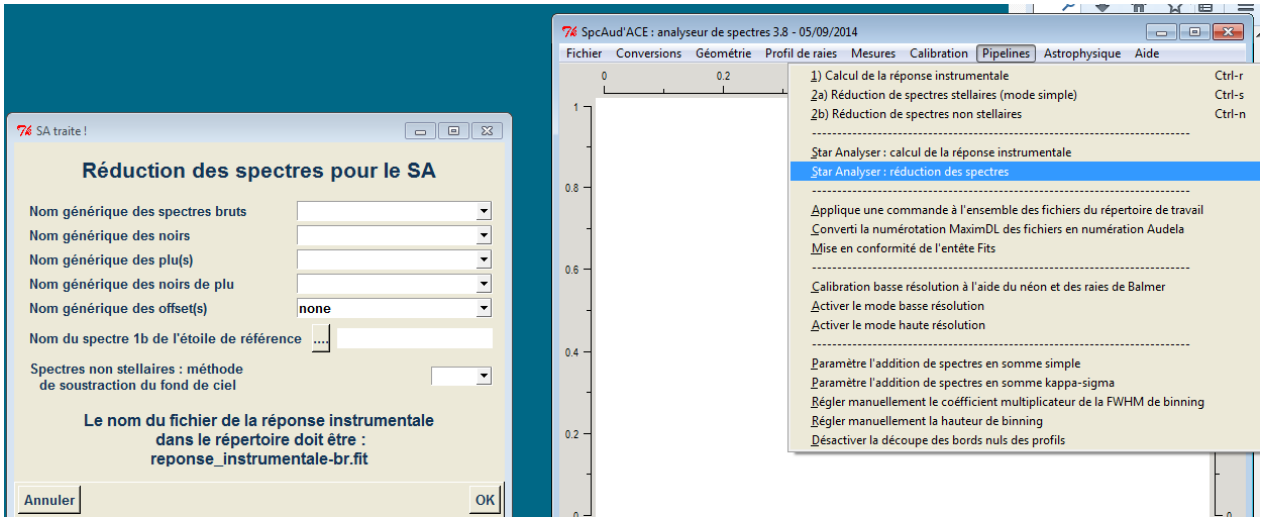
Puis le profil de raies corrigé et la Réponse instrumentale





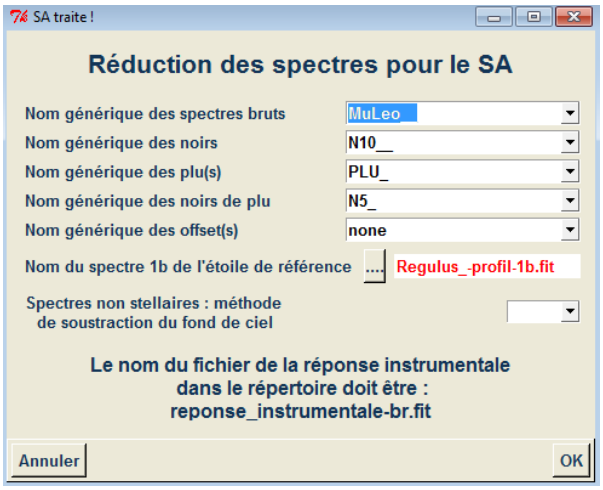
a. Traitement des autres cibles.

Dans le menu pipeline, on va cette fois choisir Star Analyser : réduction des spectres.



Le menu ci-dessus s'ouvre, il faut renseigner les champs comme précédemment en utilisant les menus déroulants.(voir ci-contre)

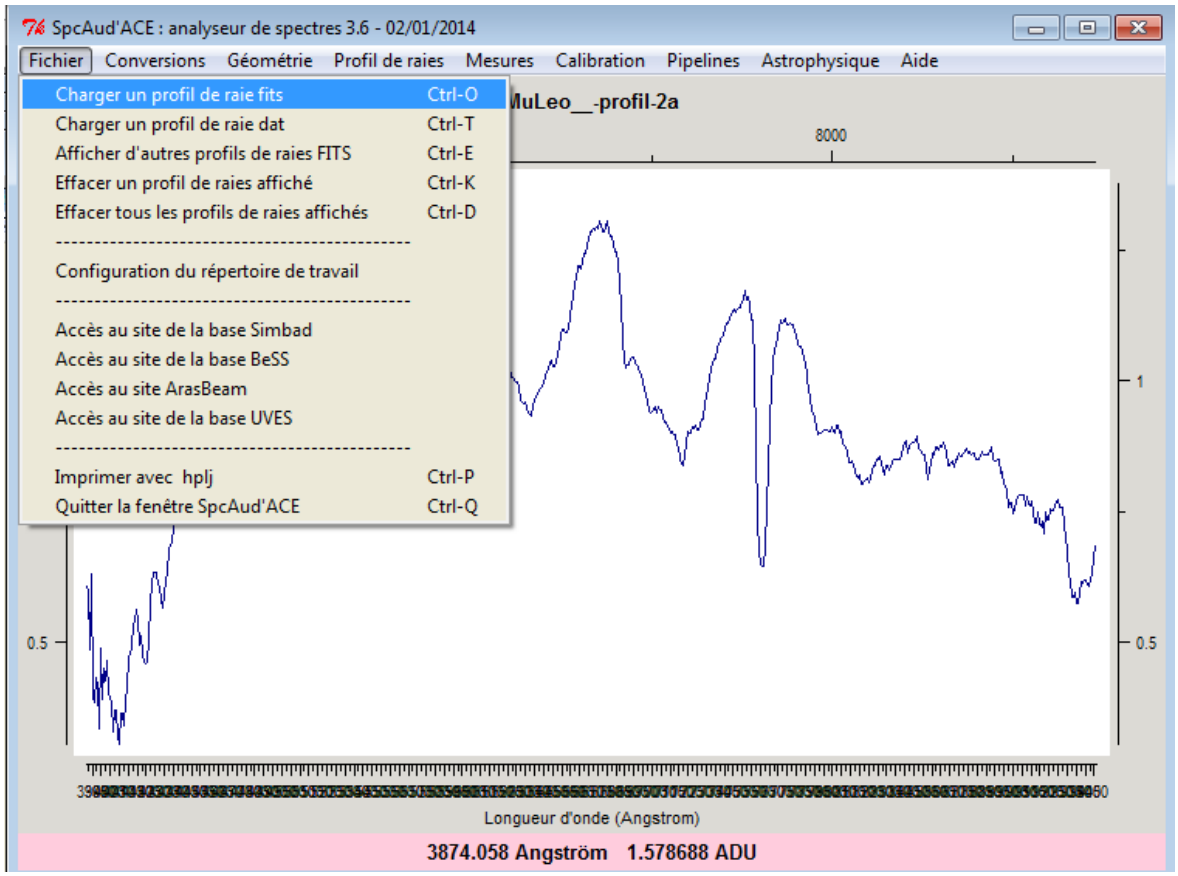
Il ne reste plus qu'à faire un cadre autour de l'ordre 0



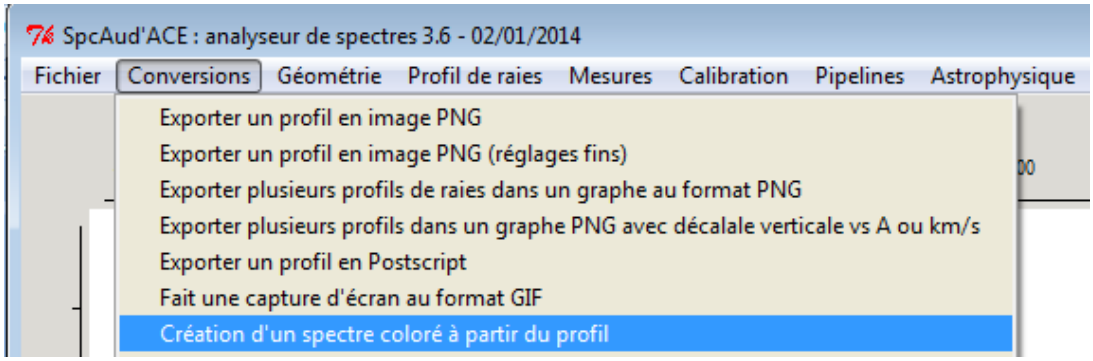
C'est fini le traitement de vos spectres est fait, vous pouvez passer à l'analyse qui suit.

Dans l'interface SpcAud'ACE d'Audela, vous pouvez coloriser le profil de raie obtenu :

- Charger le profil de raie.

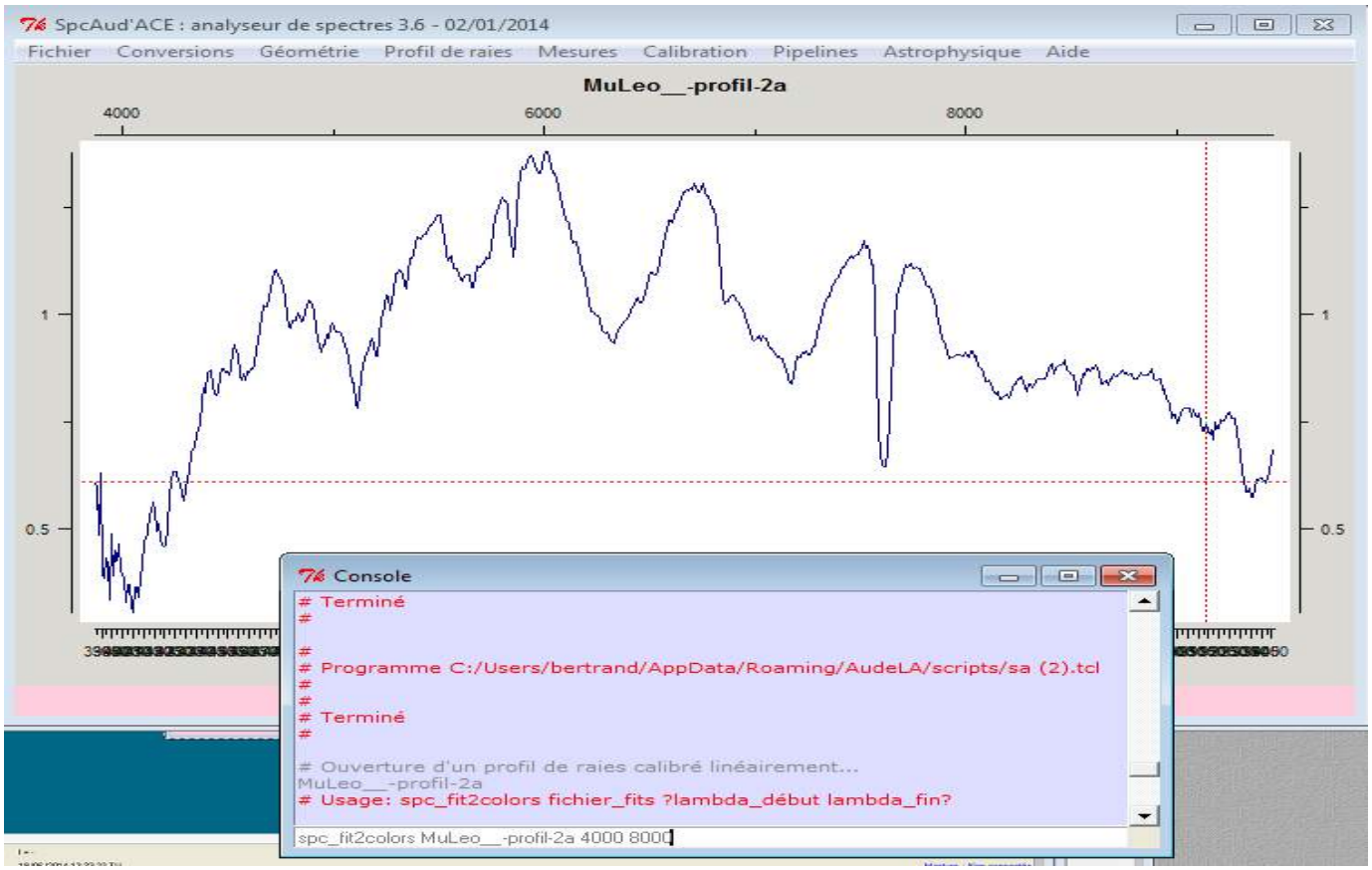


- **Conversion➔ Création d'un spectre coloré à partir du profil**



Cette action vous donne dans la console la commande à utiliser avec les limites de longueurs d'onde en angstrom.

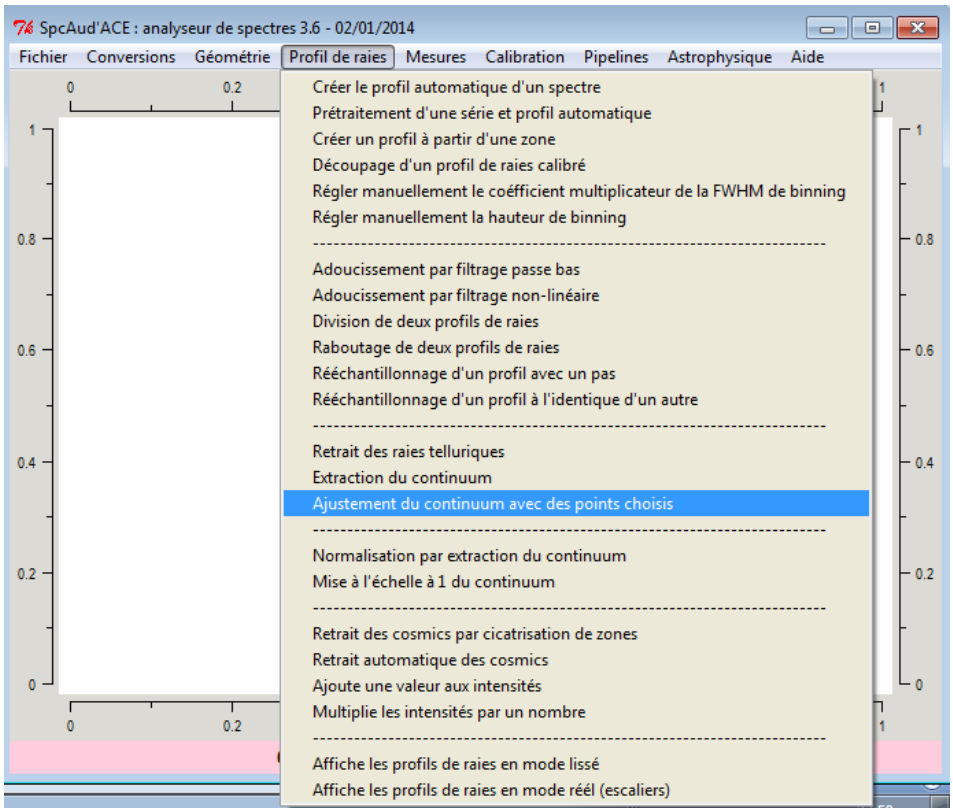
Usage: spc_fit2colors fichier_fits ?lambda_début lambda_fin?



Crédit : Club Astro du lycée Jean Moulin de Béziers (M. Devaux, M. Stortz et leurs élèves

On peut également tracer la courbe de Planck pour en déduire la température de surface.

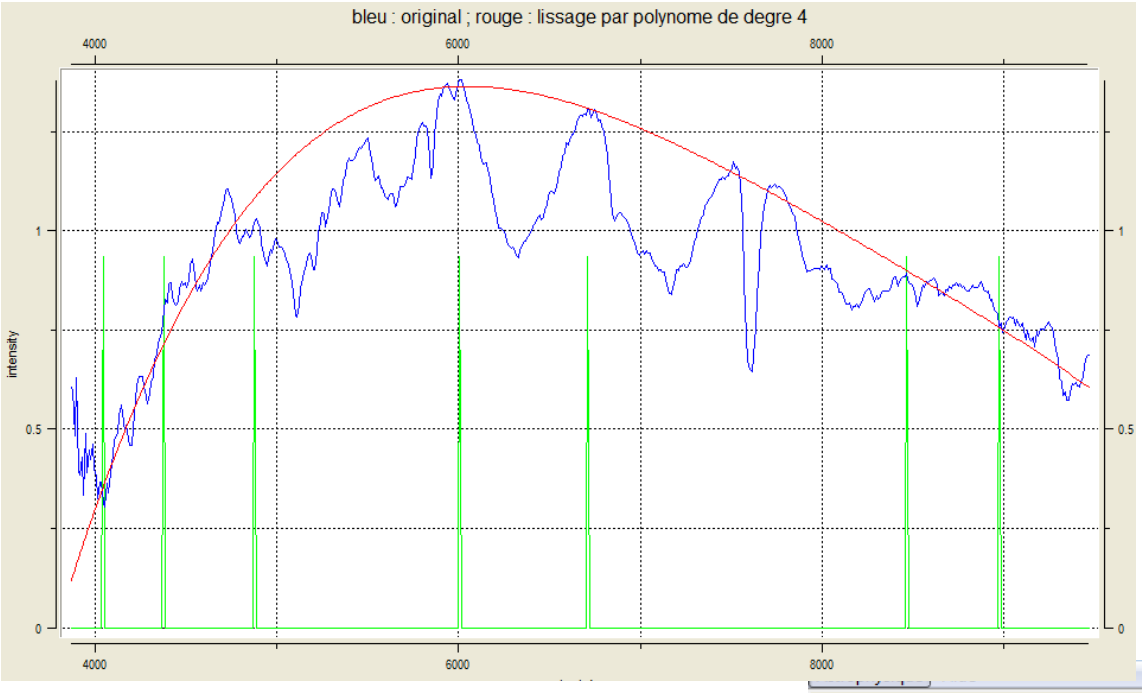
Il est conseillé de réaliser au préalable une modélisation permettant de lisser la courbe en choisissant les longueurs correspondantes aux intensités que vous voulez retenir pour faire passer un continuum. Dans l'interface : **Profil de raies ➔ Ajustement du continuum avec des points choisis.**

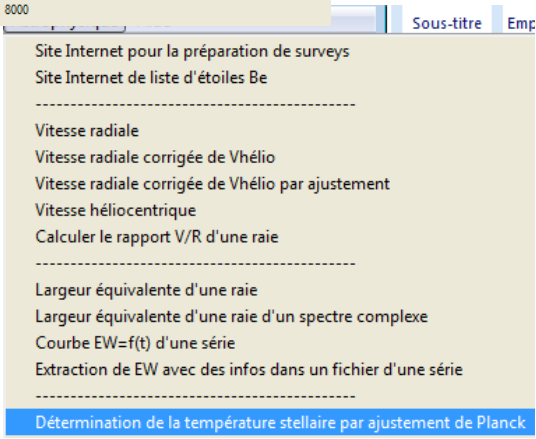


La console vous donne la commande à taper :

```
# Usage: spc_ajustpoints profil_de_raies.fit {liste de longueurs d'onde des points par lesquels passer}.
```

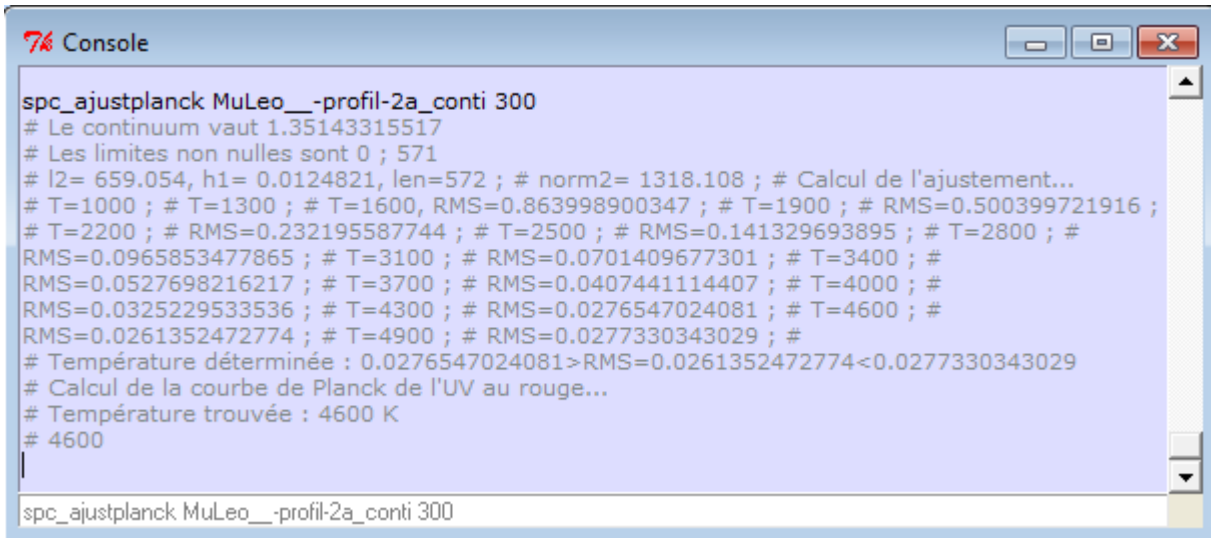
Vous obtenez alors un lissage représenté en rouge dans la fenêtre qui s'ouvre :



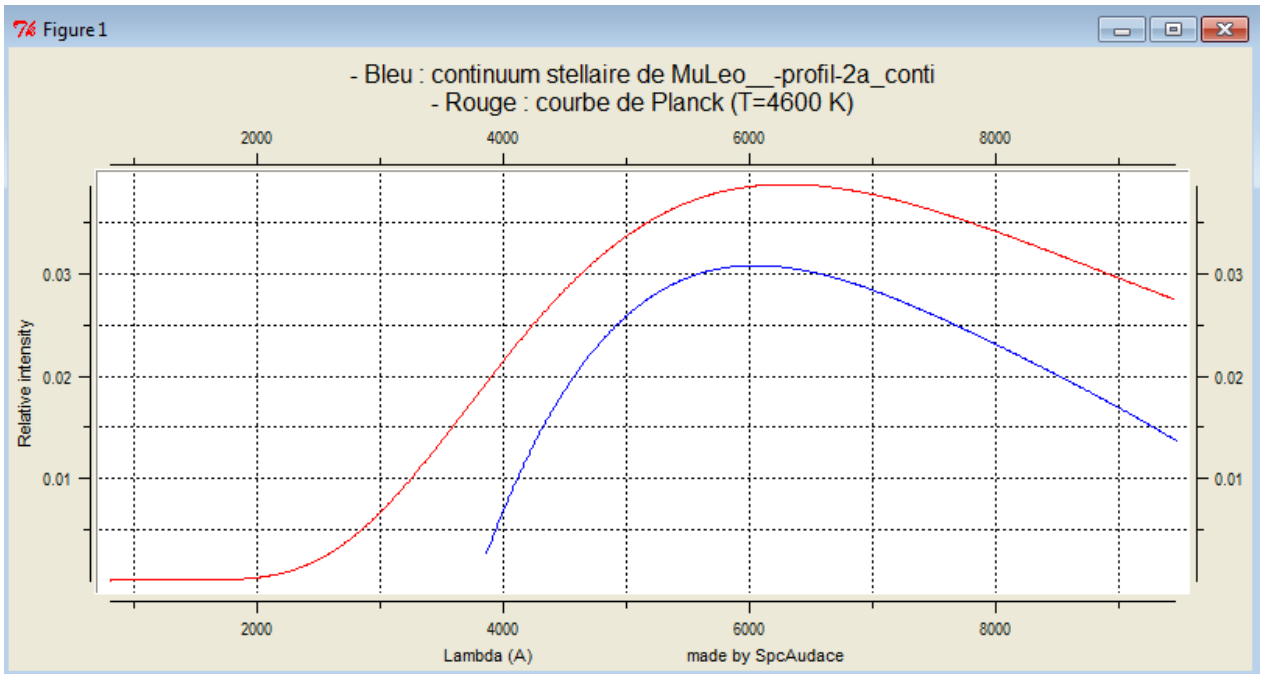


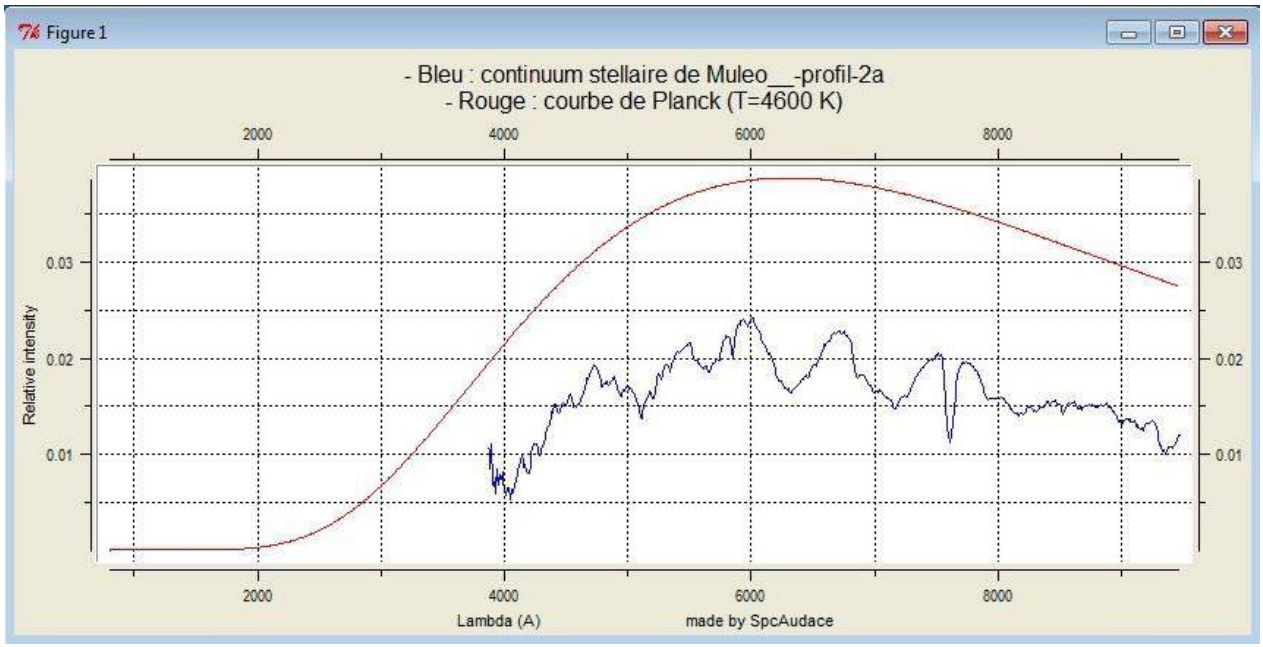
Il ne vous reste plus qu'à aller dans l'interface : **Astrophysique➔ Détermination de la température stellaire par ajustement de Planck.**

La console vous donne alors la commande à taper:



Vous obtiendrez alors la courbe de Planck la plus proche du profil de raies obtenu.





Prolongement et exploitation possibles :

- Faire une analyse de la position des étoiles dans le diagramme HR.
- Trouver la masse approchée d'une étoile.
- Evaluer l'ordre de grandeur de la Taille de l'étoile.

Sujets Connexes :

- Mettre en station un télescope.
- Faire des images permettant de réaliser un traitement cosmétique.

Sitographie :

https://media4.obspm.fr/public/FSU/pages_interference/solarspectrum.jpg

http://www.cea.fr/jeunes/mediatheque/animations-flash/physique-chimie/spectres-et-composition-chimique-du-soleil

http://www.astrosurf.com/rondi/t60_mars2003/spectro.htm

Site de M. MAUCLAIRE : très complet autour de la spectroscopie stellaire

http://wsdiscovery.free.fr/spcaudace/

http://wsdiscovery.free.fr/astronomie/spectro/#intro

vidéo tutoriel pour une version de spcAud'ace.

http://ova.ekimia.fr/~mauclaire/vide/sa_ri.ogv

Utilisation du logiciel libre Stellarium

Description de l'activité : Observer et comprendre le ciel.

Il s'agit ici de proposer une utilisation de Stellarium en vu de préparer une soirée d'observation, ce document peut également servir à mieux maitriser ce logiciel libre mais également de lire les données du logiciel avec un œil plus averti.

Compétences/capacités

Compétence(s) : Réaliser, Valider (critiquer), Communiquer
Capacités/attitudes - Mouvement apparent des étoiles et des planètes. - Mettre en station un télescope.

Prérequis

Notions - Paramétrer Stellarium. - Choisir un ordre dans les cibles observées. - Comprendre rapidement le sens du mot planète qui signifie « astre errant ».	Logiciels/équipement - Un ordinateur sur lequel le logiciel Stellarium est installé
Niveau Technique : initiation	
Niveau : collège - lycée	

Objectifs

Comprendre et expliquer le ciel.
Découvrir le mouvement des astres.

Finalité :

Savoir paramétrer et utiliser un logiciel planétarium.

Cadre de l'activité :

En classe, comment démarrer l'astronomie.

Démarrer le Logiciel

La fenêtre de Stellarium s'ouvre par défaut sur la date et l'heure du système avec comme lieu d'observation, Paris. Il s'agit donc de paramétrer le système en fonction du lieu où l'on se trouve et de choisir par rapport au soir d'observation.

Le document qui suit est présenté en 4 étapes :

- Les fonctions du logiciel.
- Les informations qu'apportent le logiciel.
- Le paramétrage du logiciel.
- Quelques exercices d'applications.

1- Aperçu rapide des commandes principales du logiciel.

1. Les actions courantes (la touche F1 permet d'avoir accès à l'ensemble des touches raccourcies)
   - La molette de la souris pour zoomer, sinon **ctrl+flèche haut/bas**.
   - **Cliquer glisser** pour centrer le ciel observable.
   - Centrer sur un objet (**barre espace** après avoir cliqué dessus)
   - Réglage rapide de l'heure : ctrl+= (+1h) ; ctrl+- (-1h) ;
   - Réglage rapide du jour : touche = (+1j) ; touche – (-1j) ;
2. Les menus :

Les menus à gauche :

En allant sur la gauche de l'écran, vous accédez au menu rapide ci-dessous :

- Pour indiquer votre position sur la Terre. - Pour indiquer la date et l'heure souhaitée. - Pour paramétrer les objets visibles. - Pour rechercher des objets connus.	

Les menus en bas :

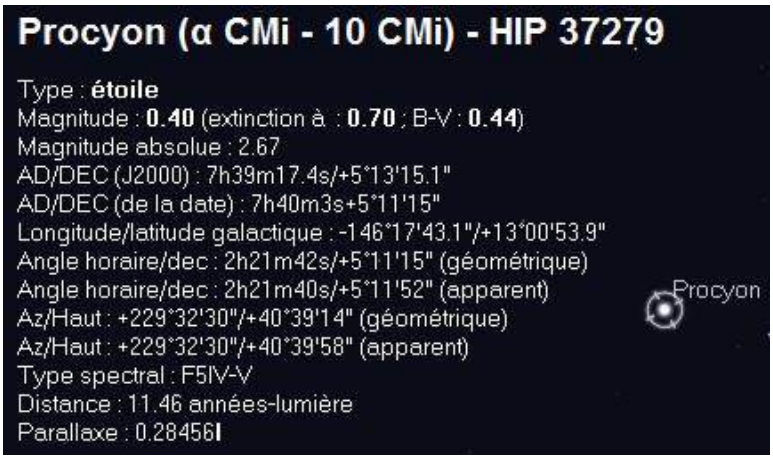
En allant en bas de l'écran, vous accédez au menu rapide ci-dessous :

En passant sur les icones vous avez la signification des fonctions associées.

	afficher les constellations, leurs limites et leurs représentations imagées
	Les axes de repérages : coordonnées équatoriales ou sur le zénith les objets sont donnés par rapport à leurs coordonnées équatoriales ou azimutales.
	afficher le sol, les 4 points cardinaux et l'atmosphère solaire.
	• afficher les galaxies, nébuleuses et autres objets du ciel profond • afficher les planètes et autres objets du système solaire.
	Choisir de suivre la rotation de la Terre monture équatoriale ou de suivre le mouvement de précession monture azimutale.
quelques modes utiles parfois : 	• Centrer sur un objet • Mode nuit pour ne pas gêner les observations. • Passer en mode plein écran ou pas. • Vue oculaire (à régler dans la configuration générale (F2) onglet Plugins puis oculaire) • Position des Satellites (basée sur les données NORAD TLE)
	les commandes magnétoscope du temps…le troisième icône permet de revenir directement au temps du système

2- Informations sur les objets pointés.

Lorsque vous cliquez sur un objet vous obtenez la série d'informations suivantes :

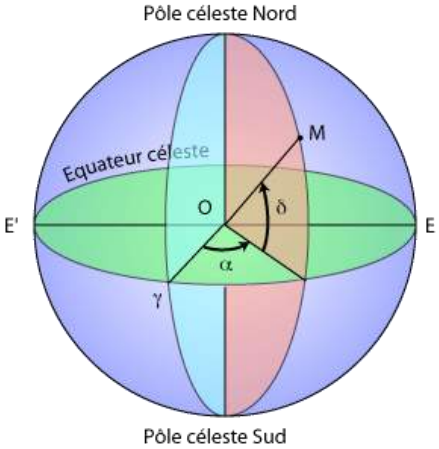


Nom de l'objet dans les différents catalogues. (M : Messier ; NGC : New Galactic Catalogue, HIP : Hipparcos……)

Type d'objet céleste : étoile, étoile double, étoile variable, amas…, Nébuleuse ou galaxie.

Magnitude : magnitude apparente m qui correspond à une mesure de l'éclairement E (W/m²) produit par l'astre tel qu'il est perçu depuis la Terre, il s'agit d'une échelle logarithmique inversée qui dépend de l'objet mais également de sa distance.

La magnitude absolue : elle correspond à l'éclat intrinsèque d'un objet c'est-à-dire la magnitude de l'objet si il se trouvait à 10 parsecs de la Terre.



AD/DEC : ascension droite α/Déclinaison δ coordonnées de l'objet dans le système équatoriale qui correspond à une projection de la sphère terrestre dans le ciel, l'équateur Céleste est une projection dans le ciel de l'équateur Terrestre reliant les pôles céleste Nord et Sud par les déclinaisons de +90° à -90°. L'ascension droite α qui se compte de l'ouest vers l'est de 0 à 24h. L'ascension droite est définie par rapport au point vernal γ qui coïncide avec la position du Soleil à l'équinoxe de printemps (moment où le soleil est sur l'équateur céleste).

Longitude/ Latitude galactique : La longitude est donnée de 0 à 360° par rapport au centre galactique (direction de la constellation du sagittaire) et la latitude de -90° à 90° par rapport au plan galactique faisant un angle de 23° environ avec le plan équatorial terrestre.

Angle horaire/déclinaison : L'angle horaire est défini par la différence entre le temps sidéral et l'ascension droite de l'astre (définie ci-dessus). Le temps sidéral varie avec l'heure et le méridien du lieu d'observation : c'est l'angle défini en heures entre le méridien et la direction du point vernal.

Remarque : lorsque l'angle horaire est égale à l'ascension droite, l'astre passe par le méridien céleste alors il se trouve dans sa position la plus haute, c'est le meilleur moment pour l'observer.

Az/haut : Dans ce système de coordonnées azimutales, l'observateur est au centre du système l'azimut est défini de 0° à 360° par rapport à la direction du Sud dans le sens horaire et la Hauteur correspond à l'angle par rapport au plan de l'horizon le zénith étant de 90° et les « pieds » de -90°.

Après ce tour rapide et succinct des systèmes de coordonnées proposés, le type spectral est proposé pour les étoiles.

Il est défini dans la classification initiale de Fraunhofer O B A F G K M avec des nuances puisque dans chaque catégorie spectrale, on trouve des indices de 0 à 9 permettant de gagner en précision.

Distance : distance de l'objet en années-lumière.

Parallaxe : l'angle sous lequel est vu le demi-grand axe de l'orbite terrestre depuis l'astre exprimé en seconde d'arc.

Remarque : pour les étoiles variables, on peut avoir une information sur la périodicité.

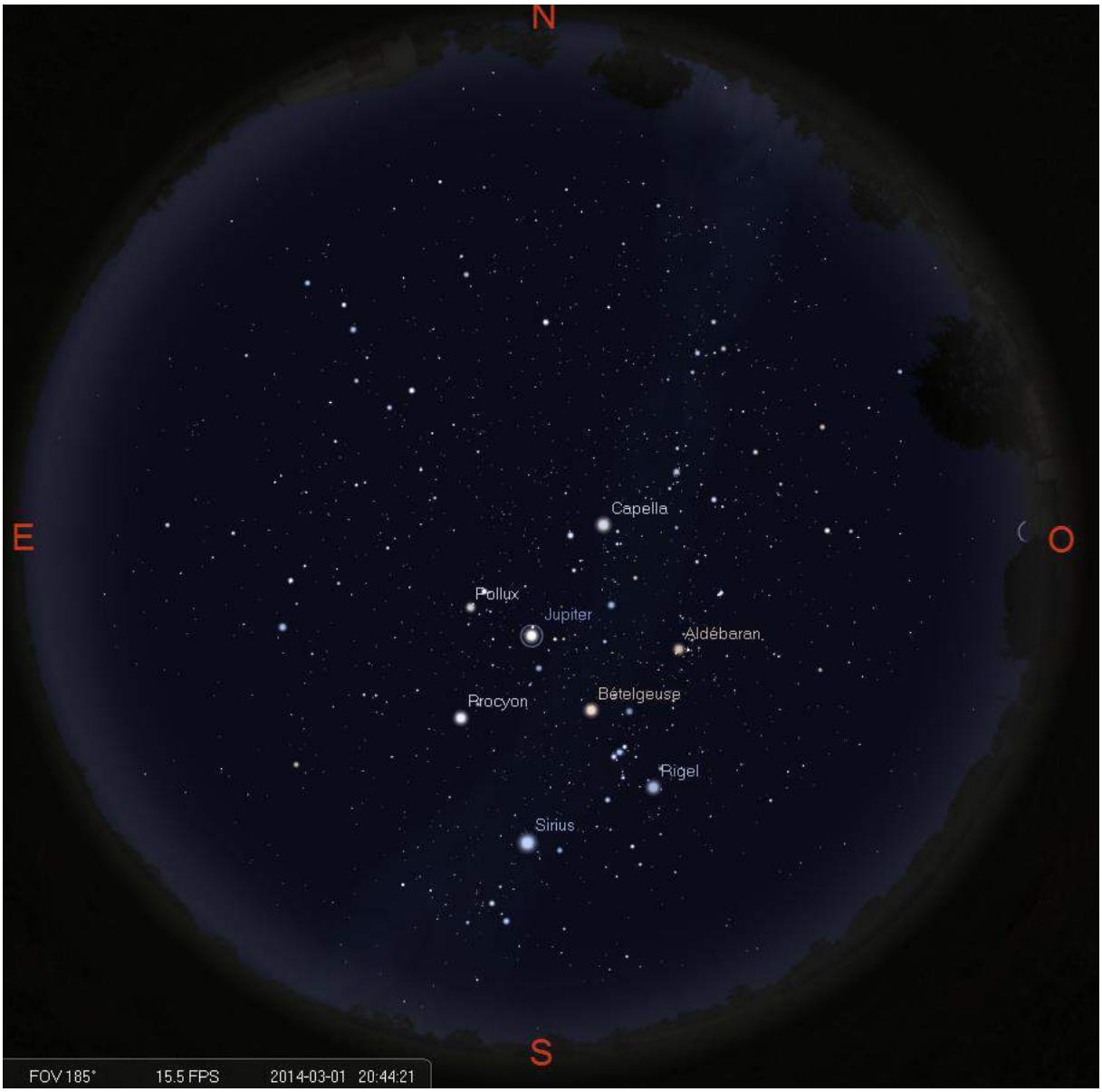
3- Préparer sa soirée.

A l'aide de la fonction positionnement (F6), régler les coordonnées de votre lieu d'observation.

Soit vous rentrez directement vos coordonnées, soit en cliquant directement sur la carte.

A l'aide de la fonction date et heure (F5) régler la date et l'heure de la soirée d'observation

A l'aide de la molette et de la souris, arrangez-vous pour avoir une vue d'ensemble.



On peut alors s'amuser à retrouver les principales constellations et retrouver l'étoile polaire en direction du Nord.

Après c'est à vous de jouer zoomer et sélectionner vos objets au grès de vos souhaits.

Si vous cherchez des objets en particulier dont vous connaissez le nom vous pouvez utiliser la fonction recherche (F3).

Une recommandation cependant si vous avez prévu des observations au télescope avec prise de vue pour établir un ordre dans vos cibles de la soirée commencez toujours par les cibles les plus à l'ouest c'est elles qui se couchent en premier…

Exercices d'applications :

1- Mouvement des planètes.

Si la Terre était au centre de l'Univers comme cela était envisagé au XVIIème siècle encore ces observations seraient possibles. En effet, le mouvement apparent des étoiles visibles sur les premières photos était déjà connu depuis l'antiquité par contre 5 objets dans le ciel présentent un mouvement particulier c'est pourquoi les grecs les nommèrent planètes ce qui dans l'expression πλανήτης αστήρης *planêtês astêrês* désigne « astres en mouvement » (ou « astre errant »), par opposition aux étoiles qui apparaissent immobiles sur la voûte céleste.

- Placez-vous à votre lieu, aujourd'hui et observer sur une période stellaire (23h56min) avec la touche alt= et centrer la planète Mars.
- Enlever le sol et l'atmosphère pour ne pas être gêner.
- Mettre l'observation en mode équatorial en fixant la polaire.
- accélérer le temps et observer les mouvements visibles.
    - Quel est le mouvement des étoiles ? Celui du Soleil ?
    - Qu'ont en commun le Soleil et les planètes ?
    - Quel mouvement ont Mars et les autres planètes ?

a. Expliquez l'origine du nom spécifique donné aux planètes par rapport au Soleil et aux étoiles.

b. Pour quelle raison les planètes ont-elles ce mouvement particulier ?

2- Observations des satellites de Jupiter comme Galilée en 1609

En 1609, des lunetiers hollandais fabriquent la première longue vue. Galilée s'est intéressé à celle-ci et il eut le génie dans le courant de l'automne d'orienter celle-ci vers le ciel nocturne.

Il découvrit pour la première fois des objets invisibles à l'œil nu comme les satellites de Jupiter. Comme vous pouvez le voir sur la photo ci-dessous prise par le club astronomie du lycée le 25 janvier dernier.

En 1610, Galilée va suivre et noter précisément les positions de ces satellites. Il publiera en mars 1610 le premier ouvrage d'astronomie « Siderius Nuncius : le messager des étoiles ».

Comment expliqueriez-vous les différentes observations de Galilée des nuits de janvier 1610 ci-dessous ?

doc. 1 Quelques positions relevées par GALILÉE. Jupiter est représenté par un cercle et ses satellites par de petites étoiles. Cette observation est faite depuis la ville de Padoue, en Italie.

a. Placez-vous à Padova (Padoue) en Italie en Janvier 1610 à 19h00.
b. Pointer Jupiter et centrer en appuyant sur la barre espace. Zoomer, avec la molette de la souris, afin que les satellites de Jupiter soient observables.
c. Reproduire les observations des 13 et 15 janvier de Galilée en précisant les noms des satellites.
d. Pour quelle raison le 7 Janvier Galilée n'a-t-il représenté que 3 satellites ?

En paramétrant le logiciel de la même manière que pour les observations du mouvement rétrograde de la planète Mars, vous pouvez, en accélérant le temps, montrer comme le découvrit Galilée que les planètes médicéennes comme il les appela d'abord était des satellites de la planète Jupiter.

« extrait des observations de Galilée tirées de son ouvrage Sidérius Nuncius : le messager des étoiles »

Liens utiles :

http://www.stellarium.org/fr/

http://media4.obspm.fr/public/FSU/pages_reperes/html_images/envimage8.html

http://www.astrosurf.com/toussaint/dossiers/coordonnees/coordonnees.htm

http://www.imcce.fr/en/grandpublic/systeme/promenade/pages3/316.html

Bibliographie :

Livre 2nd Sciences Physiques Edition Hachette.

Sidérius Nuncius, Galilée, , Points Sciences

Sujets connexes :

Fiche sur l'utilisation plus archaïque mais plus instructif sur le cherche étoile.

Fiches sur les différents systèmes de coordonnées célestes….

Réaliser et exploiter un filé d'étoiles

Observer et comprendre le mouvement apparent du ciel. Réaliser des images astronomiques dans un but esthétique et/ou scientifique.

Depuis la nuit des temps l''être humain a cherché à comprendre sa place dans l'Univers. Parmi les diverses observations qu'il a mené durant l'Antiquité, certaines l'on mené à croire, à tort, que la Terre était au centre du monde, tout le reste de l'Univers tournant autour, de manière plus au moins complexe. C'était, bien sûr, sans compter sur le fait que la Terre est dans la réalité animée de plusieurs mouvements parmi lesquels une « rapide » rotation sur elle-même en un peu moins de 24 heures. C'est ce mouvement qu'il est possible de mettre en scène et d'étudier par la réalisation d'un filé d'étoiles.

Notions et compétences requises :

- Notre planète la Terre : sa position dans l'Univers, ses principaux mouvements.
- Repérer l'étoile polaire et savoir en déduire la position des points cardinaux la nuit.
- Utiliser un appareil photo en mode manuel afin de pouvoir modifier librement les paramètres de prise de vue
- Utiliser les fonctions simples d'un logiciel de retouche d'image (Photofiltre, GIMP, etc.)
- Mesurer des angles à l'aide d'un rapporteur
- Réaliser un calcul de proportionnalité

Objectifs :

Comprendre et expliquer le mouvement apparent du ciel. Estimer la durée de rotation de notre planète. Repérer divers points caractéristiques du ciel (pôle et équateur célestes). Introduire le fonctionnement d'une monture équatoriale et le principe de suivi en ascension droite d'un objet céleste dans le but de l'observer ou de l'imager.

Finalité :

Obtenir une image simple ou composée sur laquelle on observe le mouvement apparent du ciel. Réaliser, le cas échéant, des mesures et observations à l'aide de cette image.

Cadre de l'activité :

Au cours d'une soirée d'observations. Une fois démarrée, cette manipulation peut être laissée autonome.

Niveau technique :

initiation

Notions et compétences à acquérir :

Notions :

- Observer et comprendre les effets du déplacement relatif d'une source de lumière et du capteur (appareil photo) pendant une prise de vue.
- Mouvement de rotation de la Terre / Mouvement apparent du ciel.
- Pôles, hémisphères et équateur célestes
- Principe de fonctionnement d'une monture équatoriale

Compétences :

- Suivre un protocole expérimental
- Savoir régler manuellement un appareil photographique.
- Mettre au point manuellement un appareil photographique à l'infini
- Utiliser l'outil informatique et un logiciel spécifique pour exploiter des images numériques et obtenir un filé d'étoile.

Equipement et logiciels requis :

-Un appareil photographique de type Reflex pouvant être utilisé en mode manuel ;
-Une télécommande (filaire ou IR) ou un intervallomètre programmable afin de réaliser une série d'image sans « bougé » et de manière autonome.

-Un trépied d'appareil photographique.

-Divers objectifs de différentes focales utilisables en mode focus manuel .
-Un ordinateur sur lequel le logiciel StarMax et un logiciel de retouche d'images (Photofiltre ou GIMP par exemple) sont installés.
-Un rapporteur

Mettre une résistance chauffante
Sur l'objectif pour se prémunir de la formation de la buée

Données mises à disposition : Deux séries de clichés (une série correspondant à la réalisation d'un filé d'étoile, une série correspondant à un lever de Pleine Lune)

Etapes :

1-Choix de la période de lunaison:

L'objectif étant d'utiliser la lumière envoyée par les étoiles afin de mettre en évidence le mouvement apparent du ciel, dû à la rotation de la Terre, il peut être intéressant de choisir une soirée sans trop de Lune afin de conserver un fond de ciel relativement sombre. Une période de deux semaines autour de la Nouvelle Lune (une semaine avant et une semaine après) est intéressante.

Aux environs de la Pleine Lune, le fond de ciel est plus lumineux, l'image est moins contrastée et certaines étoiles ne sont plus visibles. Un filé d'étoiles peut tout de même être réalisé en orientant l'appareil dans une zone angulairement éloignée de notre éblouissant satellite.

De même, si le rendu est bien plus esthétique et bien plus contrasté dans une zone protégée de la pollution lumineuse, un filé d'étoile peut être réalisé en agglomération.

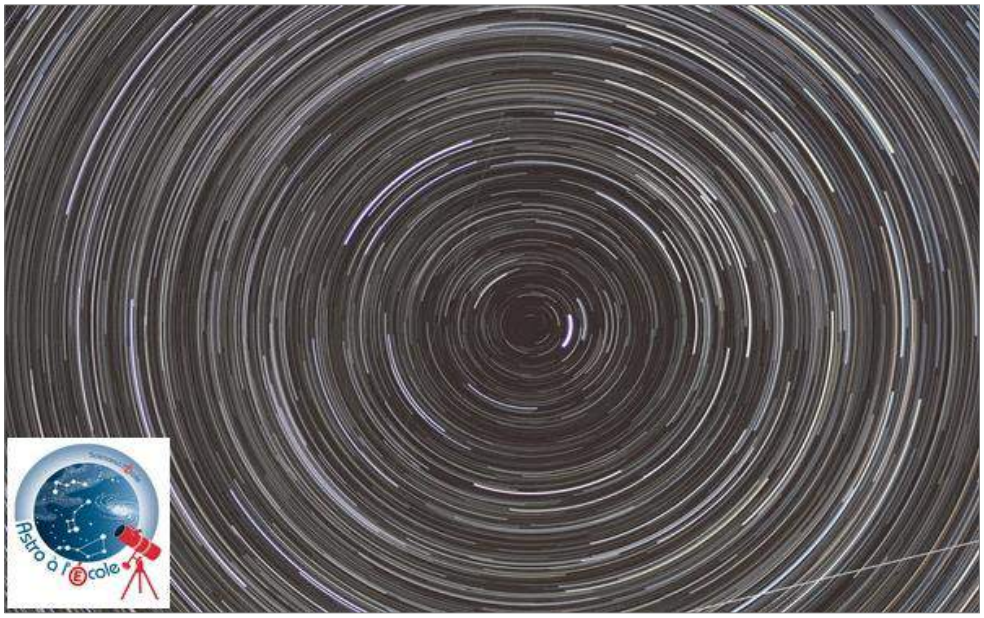
2-Choix du lieu :

Un filé d'étoile peut se réaliser avec diverses ambitions :

- -la réalisation d'une image « esthétique » afin de valoriser un site spécifique ou de retranscrire une ambiance nocturne particulière :
- la réalisation d'une image « scientifique »

-

Filé d'étoiles au dessus de château de Blois (la pollution lumineuse fait disparaître une grande partie des étoiles et donne une coloration orangée au ciel)



Filé d'étoiles centré sur le pôle nord céleste.

A vous de faire les tests et de choisir le plan, la focale, la mise en scène, etc. en fonction des objectifs souhaités.

Attention : La réalisation d'un filé d'étoile nécessite une durée d'acquisition pouvant aller de quelques minutes à plusieurs heures. Plusieurs facteurs tels que l'apparition de buée, la saturation de la carte mémoire et la décharge des batteries de l'appareil doivent être surveillés.

3-Acquisition des images :

Placez l'appareil photographique sur un **trépied.**

Réglez le **plan de la prise** de vue en éloignant ou approchant celui-ci ou bien en modifiant la focale de l'objectif.

Attention, la focale ne devra plus être modifiée par la suite (risque de perdre la mise au point).

A l'aide de la molette, **réglez** l'appareil en prise de vue manuelle (M) :

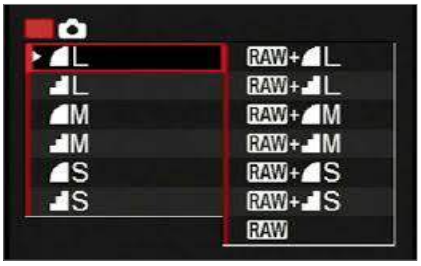
Réglez la sensibilité voulue (100 ISO à 400 ISO)

Réglez l'ouverture de votre appareil en ouvrant le **diaphragme à 4 ou 5.6**. Il n'est pas utile d'ouvrir davantage. Cette ouverture permet de limiter la luminosité du fond de ciel et assure une finesse satisfaisante aux étoiles.

Pour cela, il faut appuyer sur le bouton Av situé à coté de l'écran LCD et simultanément actionner la molette crantée se trouvant sur le dessus du boîtier.

Réglez le temps de pose sur 30 secondes à l'aide de la molette seule :

Sélectionnez le format des images souhaitées : le format L maximum.



Sélectionnez le mode rafale (en continu), à l'aide du bouton placé à coté de l'écran LCD:

Attention, la fonction personnalisée (C.fn) de verrouillage du miroir n'est pas compatible avec le mode rafale.

Placez l'appareil photographique en mode **Autofocus Manuel** (MF) à l'aide du bouton placé sur le côté de l'objectif :

Réalisez la **mise au point à l'infini** à l'aide de la bague placée sur l'objectif.

Si l'objectif possède une position mise au point à l'infini, utilisez-la. Sinon, faites la mise au point sur une étoile lumineuse du ciel. Pour faciliter la mise au point il est possible d'utiliser le **mode « show view »** de l'appareil et de zoomer (x5 et x10).

Si l'appareil photo a été déplacé pour viser en direction d'une étoile lumineuse en dehors du plan, attention à ne pas modifier le réglage de la focale de l'objectif, lors de la remise en place, pour ne pas perdre la mise au point.

Connectez la télécommande au boîtier de l'appareil

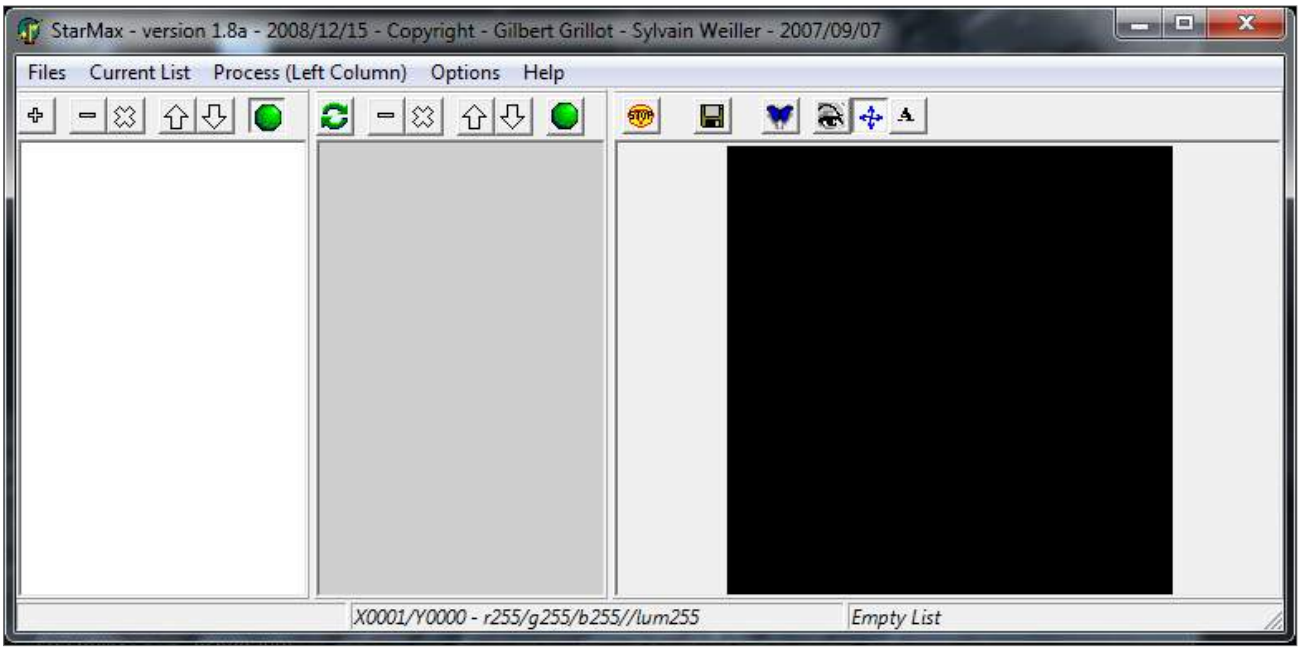
photographique.

Démarrez les prises de vue en bloquant l'interrupteur en position « hold » (interrupteur enfoncé et poussé) :

L'appareil photographique va alors réaliser en continu, des images de 30s. Ces images seront séparées par un intervalle « mécanique » d'une seconde. Cela sera sans importance dans l'image finale obtenue. Au delà d'une seconde, le filé d'étoiles est formé de pointillés.

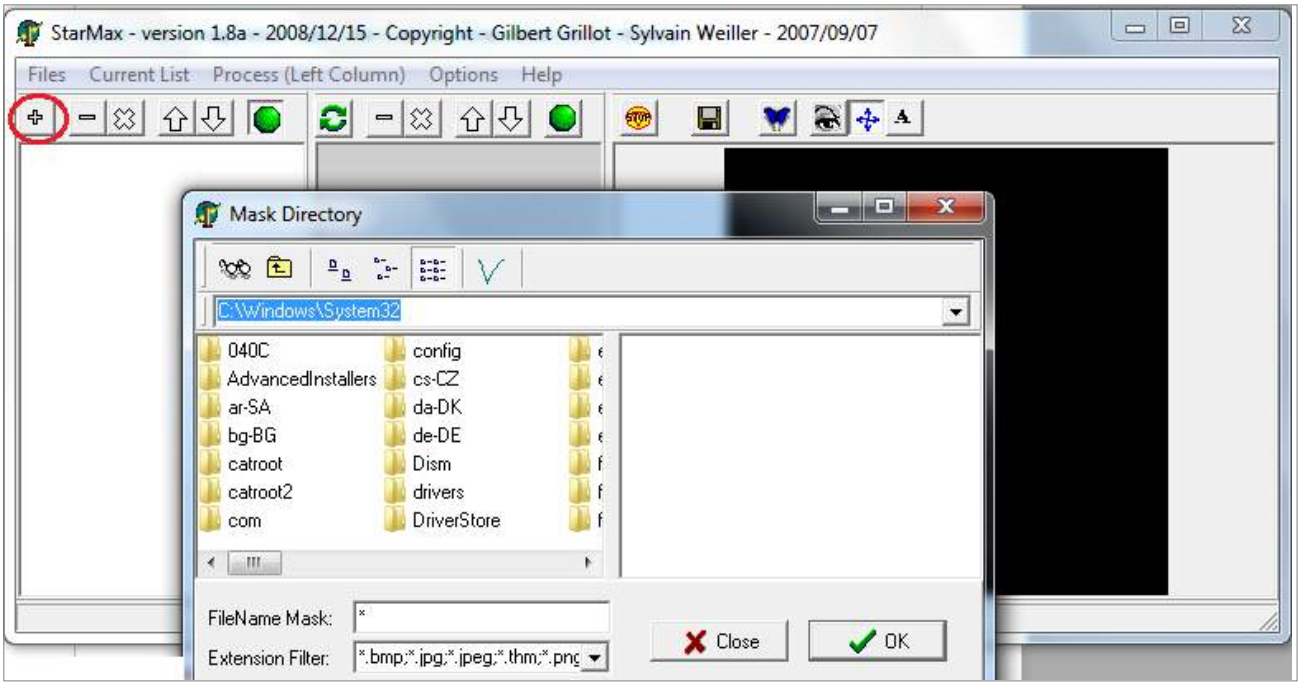
4-Réalisation du filé d'étoiles avec StarMax

Une fois la série d'image réalisée, copiez celles-ci dans un nouveau dossier créé sur l'ordinateur. Il faut utiliser le logiciel Star Max afin de les additionner dans le but de créer le filé d'étoiles. Démarrez le logiciel Star Max :

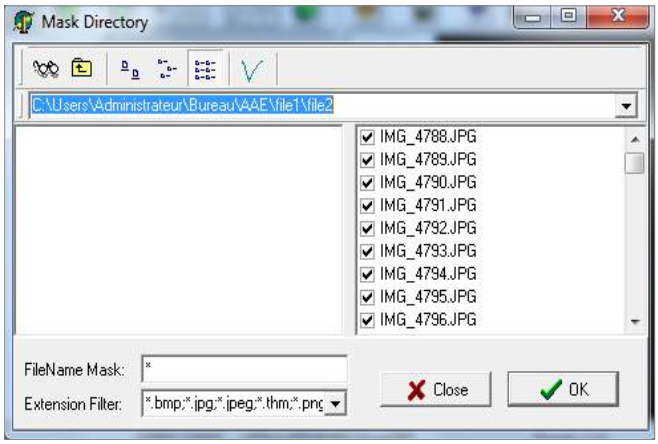


Ouvrir le dossier contenant les images en cliquant sur « + »

Une nouvelle fenêtre (« Mask directory ») apparaît :

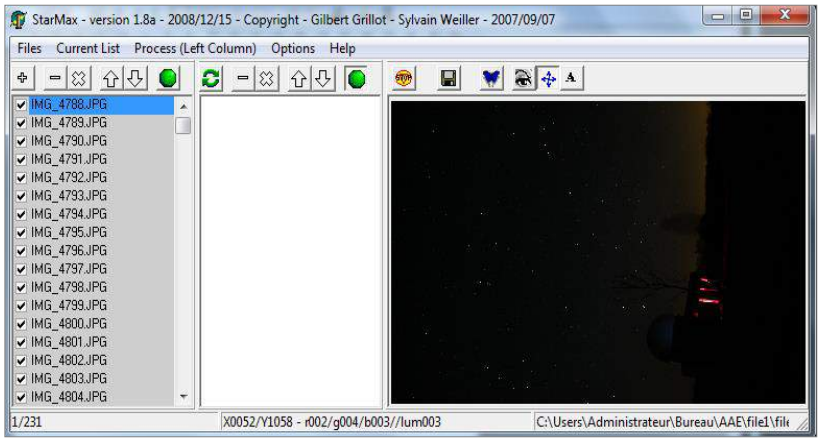


Sélectionnez le dossier contenant vos images. Celles-ci doivent apparaître toutes « cochées » :



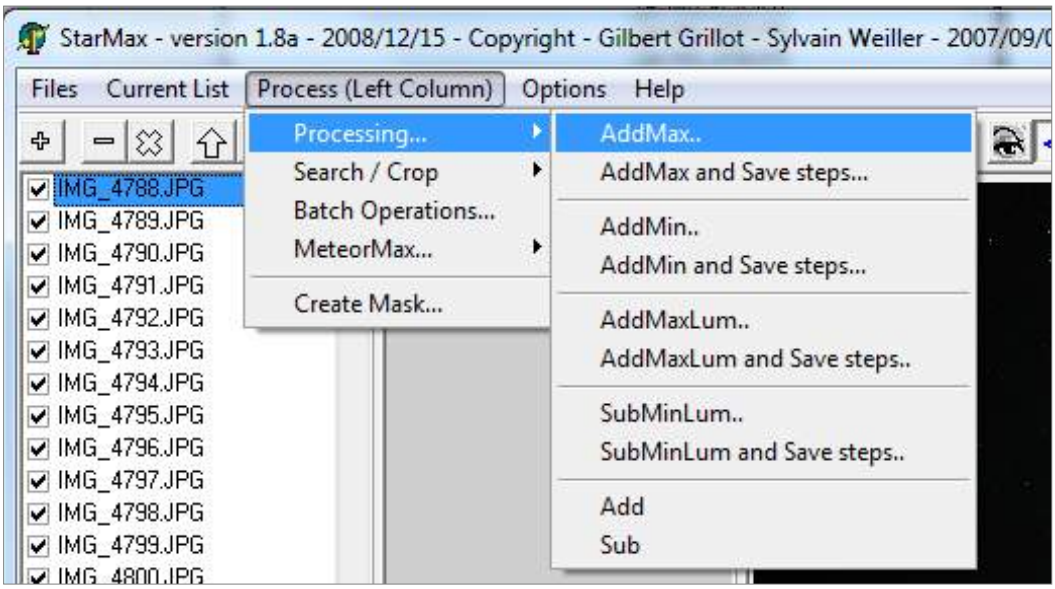
>Ok

>Close



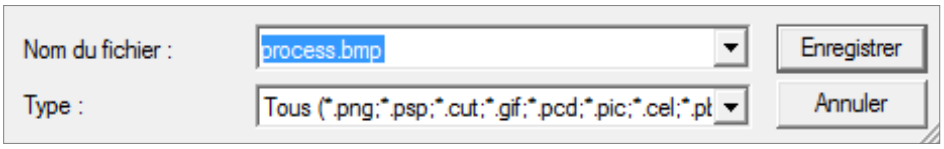
La première image apparaît ainsi que la liste des images à additionner dans la colonne de droite :

Dans l'onglet Process (Left Column), choisir Processing > AddMax



L'addition des images démarre.

Après quelques instants, l'image formée par l'addition des photographies réalisées apparaît sous le nom process.bmp.



Enregistrez cette image avec le nom et le format souhaité.

Pour certains travaux, il peut être intéressant de recadrer ou faire pivoter l'image obtenue. De même, il est plus simple de travailler sur une filé d'étoile en **négatif** (voir ci-dessous) si des mesures et tracés doivent être réalisés . Pour cela, vous pouvez utiliser des logiciels « classiques » de retouche d'image.

Prolongements et exploitations possibles :

-Qu'observe-t-on sur un filé d'étoile ? A quoi cela est-il dû ?

-Sur un filé d'étoiles circumpolaires, les étoiles semblent dessiner des cercles centrés sur un point fixe.
-Où ce point fixe se trouve-t-il ? Placez-le sur l'image.
-Selon-vous pourquoi ce point nous paraît-il fixe tandis que les étoiles dessinent des arcs de cercles ? Expliquez à l'aide d'un texte et d'un schéma. Possibilité de réaliser une maquette expliquant cette observation.
-Quelle étoile se trouve à proximité immédiate de ce point « fixe » ?
-Choisissez une étoile et déterminez « l'angle » qu'elle a parcouru pendant le temps de pose. Choisissez une autre étoile parcourt-elle le même « angle » dans le même temps ?
-En admettant que le mouvement apparent des étoiles soit uniforme et connaissant le temps de pose , en combien de temps, une étoile va-t-elle faire un tour complet ? Inversement, à partir d'un filé d'étoiles, estimer le temps de pose correspondant.
-Retrouvez une constellation sur le filé d'étoile.
-Identifiez des étoiles situées à proximité de l'équateur céleste (les étoiles situées sur l'équateur céleste ont un filé rectiligne). Dans quel hémisphère céleste une étoile se trouve -t-elle ?

Sujets connexes :

Réaliser un time lapse
Ecrire avec la lumière : le light painting

Imager la Lune et les planètes avec un APN.

Acquérir et traiter une vidéo afin d'obtenir des images de détails lunaires ou d'une planète.

Description de l'activité : Afin de compléter et enrichir les observations astronomiques il est intéressant de savoir acquérir et traiter, facilement, de petites vidéos de la Lune ou des planètes les plus brillantes (Vénus, Jupiter, Saturne et Mars). Les données ainsi acquises pourront alors être exploitées dans le cadre de travaux plus généraux (peser une planète grâce à ses satellites, étude du relief lunaire et de la formation des cratères, recueil de données, etc.).

Notions et compétences requises :

-Principe de l'imagerie au foyer d'un instrument d'optique (formation d'une image dans le plan focal de l'instrument où doit se trouver le capteur CCD de l'APN). Notion de mise au point.
-Savoir mettre en station un instrument sur monture équatoriale équipée d'un viseur polaire.
-Savoir aligner le chercheur d'un télescope ou d'une lunette.
-Savoir pointer un objet céleste en utilisant le chercheur (monture débrayée : sans GOTO). Manipuler un instrument sur monture équatoriale de manière simple / Savoir utiliser le système GOTO d'une monture (pilotage à l'aide de la raquette ou via un logiciel sur ordinateur (Carte du ciel, C2A, stellarium, etc.).

Objectifs :

Obtenir des vidéos d'objets célestes tels que la Lune ou les planètes dans le but de le traiter informatiquement afin d'obtenir une image de bonne qualité. Etudier les objets du système solaire (imagerie « planétaire »).

Finalité :

Acquérir des images astronomiques de qualité des principaux objets du système solaire.

Cadre de l'activité :

L'acquisition des données (vidéos) peut se faire en soirée (Lune et planètes) ou en journée (Soleil avec filtre pleine ouverture ou via télescope adapté du type PST Coronado). Le traitement des données peut se faire en classe.

Niveau technique :

**= approfondissement

Notions et compétences à acquérir :

Notions : Principe de l'imagerie au foyer d'un instrument astronomique (notions de focale et de plan focal). Obtention d'une image par empilement d'images (« Stacking »).

Compétences : Savoir utiliser et régler du matériel astronomique. Utiliser l'outil informatique et des logiciels spécifiques à l'acquisition et au traitement des données.

Exercices préparatoires possibles :

Il est possible d'acquérir, en journée, des vidéos d'objets terrestres lointains (château d'eau, antenne de télévision du voisinage, etc.). Cela peut représenter un bon entraînement en vue du travail réalisé en soirée et permettre d'aligner parfaitement le chercheur avec le télescope.

Equipement et logiciels requis :

-Télescope ou lunette astronomique sur monture équatoriale motorisée (avec ou sans GOTO), son alimentation électrique et son système de commande (raquette ou câble de liaison monture/ordinateur) ;

-Chercheur aligné sur le télescope ;

-Lentille de Barlow 2X ou 3X ;

-APN, bague d'inversion (bague T), adaptateur bague d'inversion / porte oculaire (31,75 mm ou 50 mm) câble de liaison APN/ordinateur;

- Ordinateur

-logiciel de pilotage du télescope (Carte du ciel, C2A, Stellarium, etc.) ;

EOS Camera Movie Record

Registax

-logiciel de retouche d'image (photofiltre, GIMP, etc.)

Données mises à disposition :

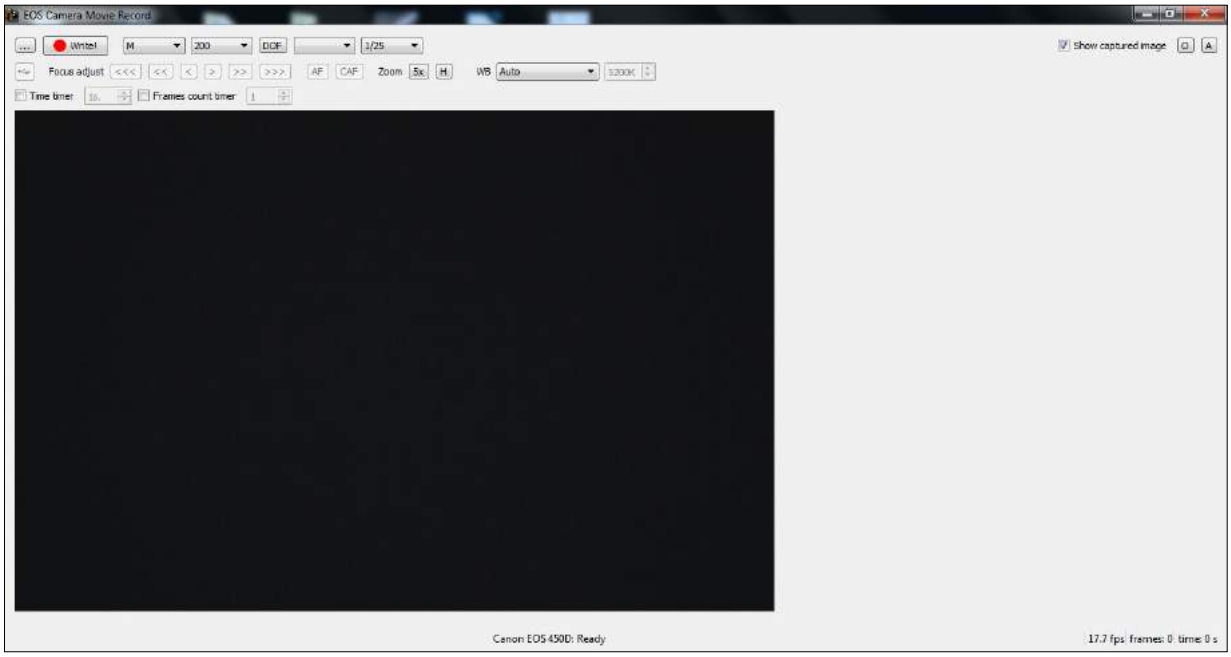
Vous trouverez sur le site de Sciences à l'école diverses vidéos obtenues avec le matériel prêté par Astro à l'école ainsi que les images traitées correspondantes.

Etapes :

Acquisition des données : Réalisation de vidéos utilisant un télescope et un APN.

-Réalisez la mise en station du télescope sur l'étoile et, le cas échéant, initialisez le système de pilotage de la monture (réglages de la raquette GOTO ou prise en main de la monture via le pc).
-Pointez l'objet céleste à imager (Lune ou planète) et, à l'oculaire, vérifiez le bon centrage de l'objet dans le télescope.
-Connectez l'APN via le câble de liaison à l'ordinateur.
-Remplacez l'oculaire par l'APN solidement fixé et sécurisé (sangle accrochée) .

-Allumez l'APN et réglez-le en mode MANUEL (« M ») puis démarrez le logiciel EOS Camera Movie Record.



-Cochez la case « Show captured image » (si cela n'est pas fait).

-Si tout va bien l'objet visé doit être au centre de l'écran. Si ce n'est pas le cas :
-Modifiez les paramètres de réglages de l'APN via le logiciel EOS Camera Movie Record (l'objet n'est peut-être pas assez lumineux pour s'afficher) :

sensibilité(ISO) temps de pose

-Vérifiez votre mise au point en agissant sur la molette de réglage du télescope : si l'objet est « défocalisé » il n'est peut-être pas visible.
-Vérifiez, via le chercheur que le télescope est bien pointé sur l'objet.
-Centrez l'image de l'objet à imager en utilisant les commandes du télescope (raquette).
-Démontez l'APN et fixez la lentille de Barlow 2x ou 3x.

-Placez l'APN équipé de la lentille de barlow dans le porte oculaire et réglez la mise au point sur l'objet étudié. Cette étape n'est pas forcément aisée du fait de la turbulence atmosphérique et du « bougé ».

-Ajustez vos paramètres d'enregistrement (sensibilité en ISO et temps de pose) de manière à avoir une image satisfaisante (100 ou 200 ISO / temps de pose de quelques secondes à quelques dixièmes de seconde).
-Sélectionnez le dossier dans lequel les vidéos seront enregistrées et démarrez l'enregistrement :

Sélection du dossier de destination des vidéos Bouton d'enregistrement vidéo

-Une barre rouge « WRITING » apparaît en bas de la fenêtre du logiciel durant l'enregistrement :

Nombre d'images acquises

Durée de la vidéo

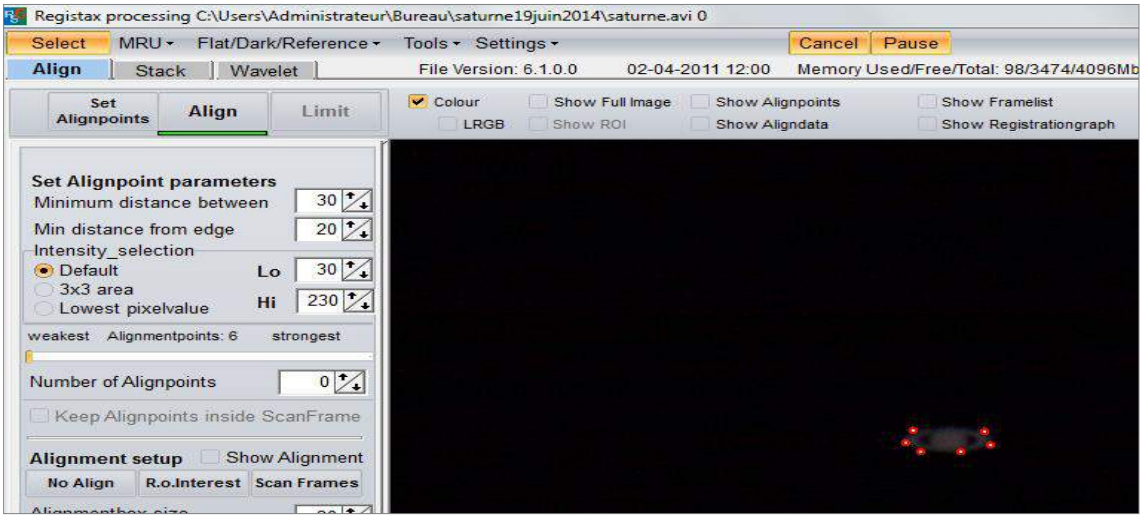
-Stoppez l'enregistrement après environ 1000 images acquises.

Traitement des données : Obtention d'images à partir d'une vidéo et du logiciel Registax.

-Démarrez le logiciel REGISTAX
-En utilisant l'onglet « Select », ouvrez la vidéo à traiter.

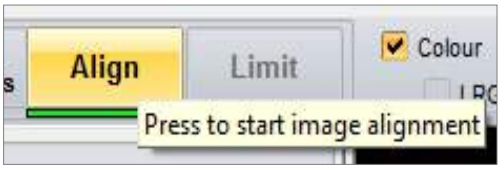
-Faites défiler les images de la vidéo avec le curseur du bas afin de trouver une image

nette de référence :
Ici l'image 85 a été choisie comme référence.
-L'onglet « Align » est sélectionné par défaut. Placez avec le curseur de la souris divers points (cercles rouges) de référence qui permettront l'alignement des images de la vidéo.
> Plus il y aura de points plus le traitement sera « long ».
> Choisissez des points caractéristiques de l'image (limite ombre/lumière, étoile, satellite, etc.) :



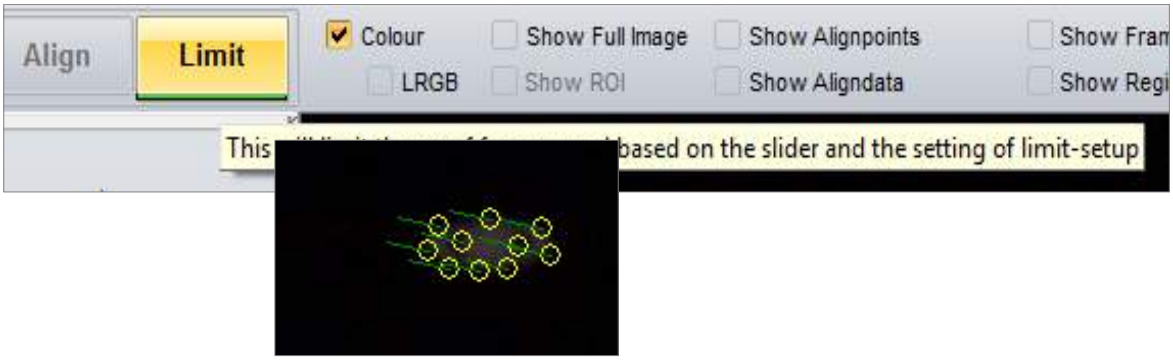
-Cliquez sur le bouton « Align » :

-Patientez pendant que le logiciel aligne les différentes images de la vidéo (barre d'avancement en bas à gauche) :



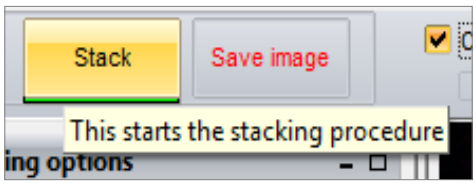
-Une fois l'alignement terminé, cliquez sur le bouton « Limit » :

-Il apparaît alors les limites des images alignées :



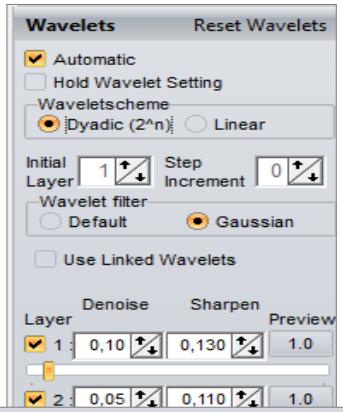
Ces limites dépendent de la mise en station, des turbulences atmosphériques, des « bougés », etc.

-Cliquez maintenant sur le bouton « Stack » :

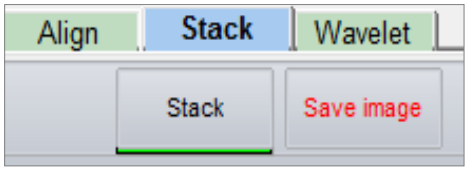


>Le logiciel travaille et empile les « meilleures » images pour donner une image finale de meilleure qualité.

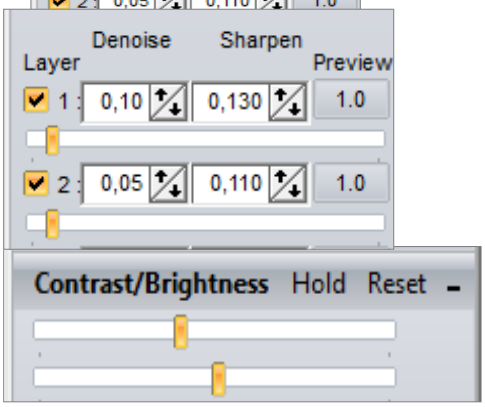
>Cette image finale peut être encore améliorée par divers traitements dont le traitement par « **ondelettes** » :



-Cliquez sur l'onglet « Wawelet » :

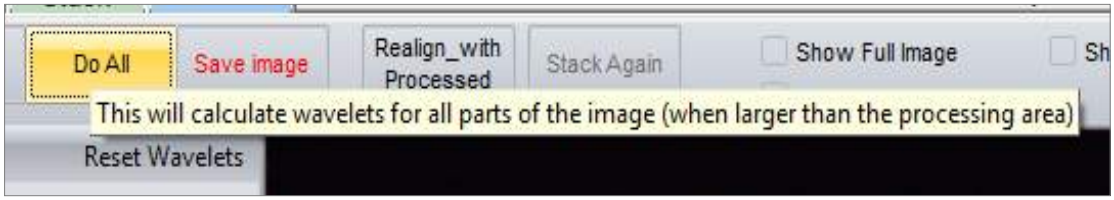


-Modifiez les réglages (1,2,3,4,5 et 6) correspondent aux niveaux (**Layers**) de réglage d'**ondelettes** (permettent de voir les détails les plus fins).
Les réglages **Denoise et Sharpen (filtres gaussiens** , ils « floutent » le
bruit)
Attention à trouver un bonne équilibre pour un rendu harmonieux



Les réglages de **contraste et de luminosité** en déplaçant les curseurs afin d'obtenir une image nette et satisfaisante :

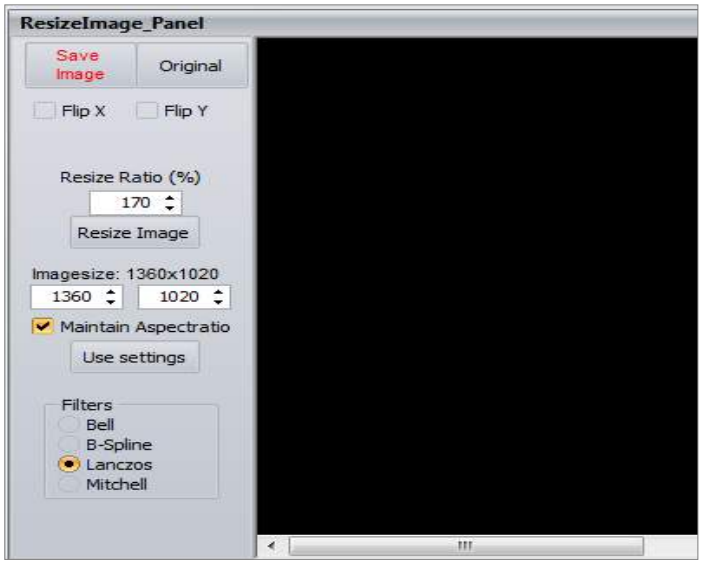
–

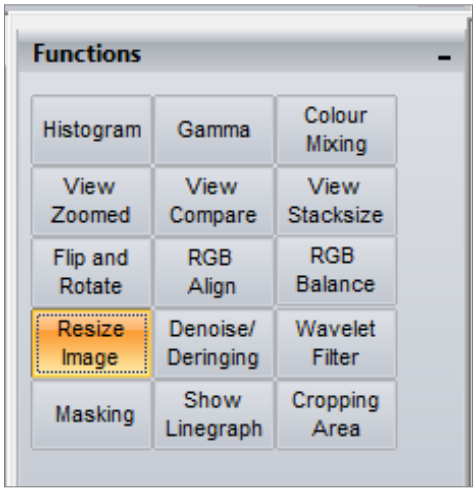


Cliquez sur le bouton « Do all » pour appliquer vos traitements à toute l'image:

-Vous pouvez également redimensionner l'image et réaliser un agrandissement pour cela appuyez sur le bouton « Resize Image ».

Une nouvelle fenêtre s'ouvre :





Ici, le « Resize Ratio » est de 170%, la case « Maintain Aspectratio » est cochée et le filtre choisi est « Lanczos ».

L'image est agrandie sans trop perdre en qualité.

-Enregistrez votre image traitée et quittez Registax.

Précautions :

Règles de sécurité à respecter lors de l'acquisition d'images du Soleil (filtre pleine ouverture, chercheur retiré sur le télescope). Assurer le bon maintien du dispositif d'acquisition (APN sécurisé via la sangle, vis solidement serrées, etc.)

Quelques liens utiles :

http://www.planetary-astronomy-and-imaging.com/finaliser-traitement-registax6/

Prolongements :

Selon l'objet imagé divers prolongements sont possibles (liste non exhaustive) :

-La Lune : étude des principaux reliefs lunaires, détermination de la hauteur des montagnes sur la Lune, déterminer le diamètre des cratères lunaires.

-Les planètes : Peser Jupiter grâce à ses satellites, les phases de Vénus, les calottes polaires de Mars, les anneaux de Saturne, etc.
-Le Soleil : Étude des tâches solaires,

z

Réaliser un time lapse

Acquérir et utiliser une série d'images à intervalles de temps régulier et les assembler afin d'obtenir une vidéo accélérée (time lapse).

Retranscrire l'ambiance et les sensations d'une soirée astronomique ainsi que le mouvement apparent du ciel est réalisable au travers de la réalisation d'un time lapse. Outre le choix du lieu et de la lunaison, réaliser un time lapse nécessite quelques compétences de base en photographie : débrayage de l'autofocus pour une mise au point à l'infini, modification des paramètres de prise de vue (temps de pose, sensibilité, ouverture, choix de focale), utilisation d'une télécommande filaire. D'une acquisition relativement aisée, les images, qui une fois assemblées dans un film, permettront d'obtenir le time lapse permettent de s'initier à la prise de vue nocturne avec un appareil photographique numérique, compétence qui pourra être réinvestie dans d'autres activités liées à ce type d'imagerie astronomique.

Notions et compétences requises :

- Savoir s'orienter sous la voûte étoilée (repérer l'étoile polaire et en déduire les points cardinaux)
- Utiliser un appareil photo en mode manuel afin de pouvoir modifier librement les paramètres de prise de vue
- Acquérir une série d'images sur une longue durée (jusqu'à plusieurs heures) à l'aide d'une télécommande
- Principe de base de l'utilisation d'un logiciel sur un ordinateur (transfert et exploitation des images)

Objectif :

Obtenir une vidéo présentant en accéléré l'ambiance et les mouvements apparents du ciel au cours d'une soirée d'observations.

Finalité :

Produire, à partir d'une série d'images au format .jpeg, une vidéo permettant d'agrémenter un compte-rendu d'observations astronomiques.

Étudier le mouvement apparent du ciel.

Cadre de l'activité :

Au cours d'une soirée d'observations. Une fois installée, cette manipulation peut-être laissée autonome.

Niveau technique :

* initiation

Notions et compétences à acquérir :

Notions :Comprendre les paramètres influant la réalisation d'une photographie (temps de pose, sensibilité, diaphragme)

Comprendre le principe de la réalisation d'une séquence animée à partir d'images à partir d'un logiciel, observer l'influence de divers paramètres lors de la réalisation d'une animation (nombre d'images par seconde, type de compression, etc.)

Observer et comprendre le mouvement apparent du ciel .

Compétences :

Utiliser et régler un appareil photographique selon les conditions d'exposition (jour (ensoleillé, nuage), nuit).

Mettre au point manuellement un appareil photographique pour différentes focales

Utiliser l'outil informatique et un logiciel de traitement vidéo simple pour exploiter des images numériques.

Exercices préparatoires possibles :

Réaliser un time lapse en journée est tout à fait possible, il faudra alors simplement modifier les paramètres de prise de vue (sensibilité, ouverture, temps de pose). Il peut ainsi être proposer de s'entraîner en réalisant un time lapse présentant la course du Soleil (attention à bien diaphragmer) ou le déplacement de nuages.

Equipement et logiciels requis :

-Un appareil photographique de type Reflex pouvant être utilisé en mode manuel ;
-Une télécommande (filaire ou IR) ou un intervallomètre programmable afin de réaliser une série d'image sans « bougé » et de manière autonome.
-Un trépied d'appareil photographique.
-Divers objectifs de différentes focales utilisables en mode focus manuel (pour une mise au point à l'infini en mode manuel).
-Une résistance chauffante pour l'objectif.
-Un ordinateur.
-Le logiciel Virtual Dub

Astuce :Mettre une résistance chauffante sur l'objectif pour se prémunir de la formation de la buée.

Données mises à disposition :

Deux séries d'images (une diurne et une nocturne) ainsi que les résultats vidéos à télécharger sur le site de Sciences à l'École.

Etapes :

1-Composition du plan:

Pour un rendu plus harmonieux, il est possible de réfléchir avec les élèves à la composition du plan.

La composition d'un plan résulte de la relation entre le cadrage et la distribution des objets dans le champ. Elle est déterminée par le cadre, qui institue des limites et un centre. Elle est également déterminée par la perspective, qui fixe un point de fuite.

- La règle des 3 tiers :

Il faut partager l'image en trois partie égales dans sa verticalité et son horizontalité. Les points d'intersections sont les points de force. Contrairement aux idées reçues, ce n'est pas le point central d'une image qui attire l'œil, ce sont les quatre points de force. Il faut donc, si possible, fabriquer son image en utilisant les lignes et les points de force.

Certains appareils proposent d'afficher une grille permettant d'aider au cadrage sur l'écran lcd :

-De nuit :

Il est intéressant de choisir un plan en contre-plongée centré sur l'étoile polaire ou à proximité. Cela permettra de bien repérer le mouvement apparent du ciel.

2-Acquisition des images :

Une fois le plan choisi, il faut démarrer une série de prises de vue. Les réglages sont à adapter selon les conditions de luminosité.

-EN JOURNEE , un **intervallomètre** est obligatoire (les temps de pose étant très courts une télécommande seule prend des photos « en continue » : la carte mémoire est rapidement saturée!).

Temps de pose : Pour éviter, le risque de surexposition, il est conseillé de travailler en **réglages automatiques si vous utilisez l'objectif « de base »** sinon pour d'autres objectifs (certains fisheyes par exemple) il faut utiliser le mode manuel (« M ») pour modifier votre temps de pose, modifier la sensibilité et
diaphragramer selon la luminosité**.**

Molette de réglage. Le mode automatique A+ est sélectionné.

Mise au point : En mode automatique, l'autofocus est conseillé. Pour un objectif manuel, réalisez la mise au point avec la bague correspondante.

>Tester et affiner vos réglages en réalisant quelques images. Ces images peuvent être supprimées au fur et à mesure.

Lorsque les réglages vous semblent satisfaisants, **régler votre intervallomètre** en choisissant :

>la durée de pose : 00:00'00", en mode automatique c'est l'appareil qui règle lui-même le temps de pose.

LONG : temps de pose 00:00'00"

>Intervalle entre deux poses : à vous de choisir !

INTVL (intervalle) ici 30" : une photo sera prise toutes les 30 secondes.

>Le nombre de prises souhaité (N)

Ici, N=390

>Démarrer les prises de vue en appuyant sur le bouton START :

Avec ces réglages, 390 photos seront réalisées toutes les 30 secondes, les réglages de l'appareil étant gérés automatiquement.

Ce sont ces images qui seront « assemblées » dans une vidéo pour donner un time lapse.

-DE NUIT, le dispositif utilisé sera le même à quelques variantes près.

Une télécommande filaire simple ou l'intervallomètre peuvent tous les deux être utilisés.

La **mise au point doit être manuelle** (MF), interrupteur à basculer sur le coté de l'objectif :

La mise au point pourra se faire à l'aide du « show view » **sur une étoile très lumineuse**, la Lune , etc.

Temps de pose , sensibilité et ouverture: Le sujet étant un paysage nocturne il faut travailler avec des temps de pose de l'ordre de 30 secondes, une sensibilité de 100 à 800 ISO et une ouverture de 4 à 5.6. Pour cela il faut donc se mettre en mode manuel « M » :

Régler alors, à l'aide de la molette ou de l'écran de l'appareil, le temps de pose à 30".

Régler la sensibilité (bouton ISO).

Régler l'ouverture. Pour cela, il faut appuyer sur le bouton Av situé à coté de l'écran LCD et simultanément actionner la molette crantée se trouvant sur le dessus du boîtier.

>Tester et affiner vos réglages en réalisant quelques images. Ces images peuvent être supprimées au fur et à mesure.

>Démarrer la prise de vue en bloquant l'interrupteur de la télécommande en position « HOLD » (bouton appuyé et enfoncé) :

Jusqu'à ce que la télécommande soit désactivée, l'appareil photo prendre une image de 30" toutes les 30".

Ce sont ces images qui seront « assemblées » dans une vidéo pour donner un time lapse.

<u>Remarques :</u>

Attention à bien préparer votre matériel : batteries chargées, carte mémoire adaptée, etc.

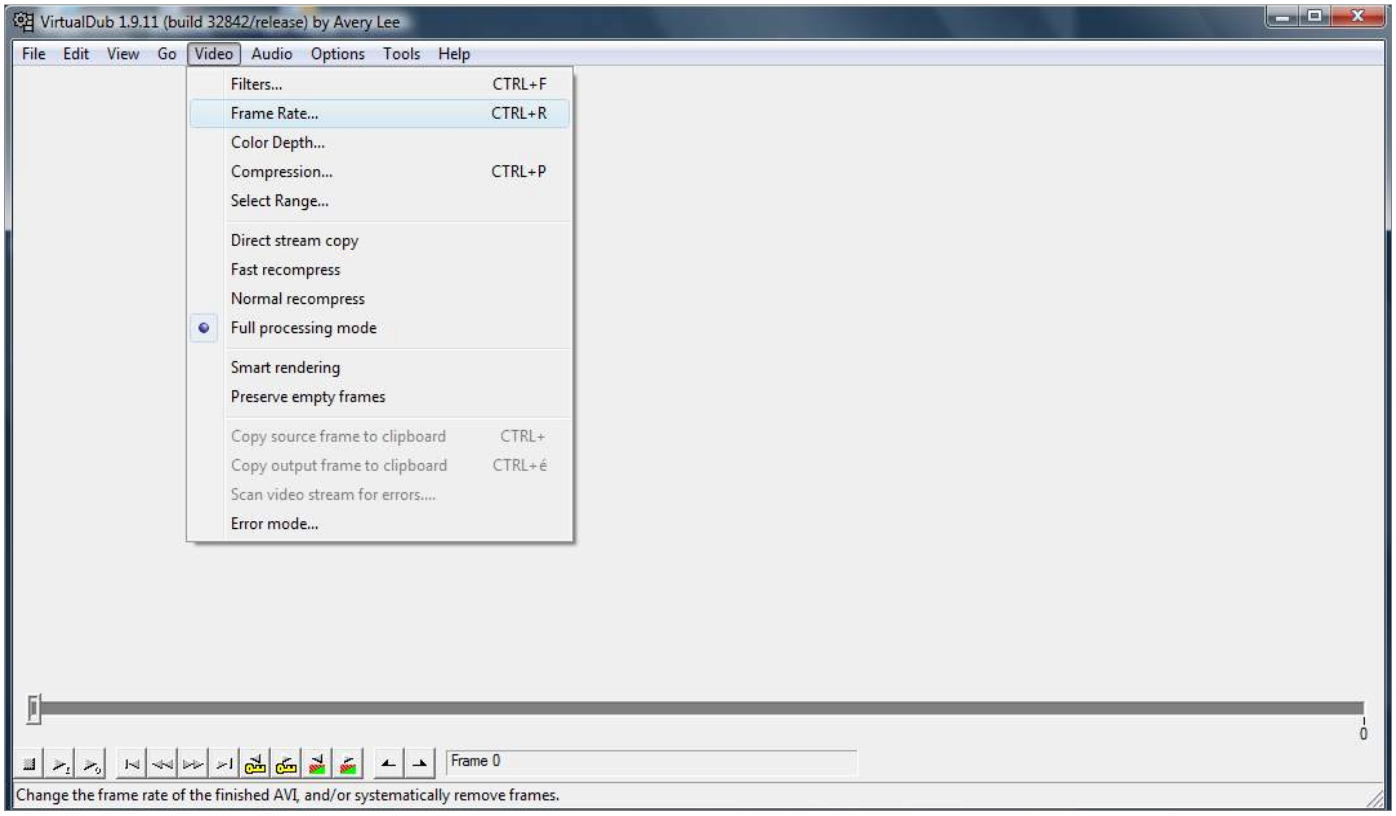
Pour limiter l'apparition de buée sur l'objectif, une résistance chauffante peut être ajoutée.

Avec l'intervallomètre, il est possible de prendre des photos plus longues avec des intervalles différents. L'appareil photo doit être réglé en mode manuel « M », temps de pose « BULB ». Les réglages de temps de pose et d'intervalle se font alors directement sur l'intervallomètre.

3-Réalisation du TIME LAPSE avec VirtualDub

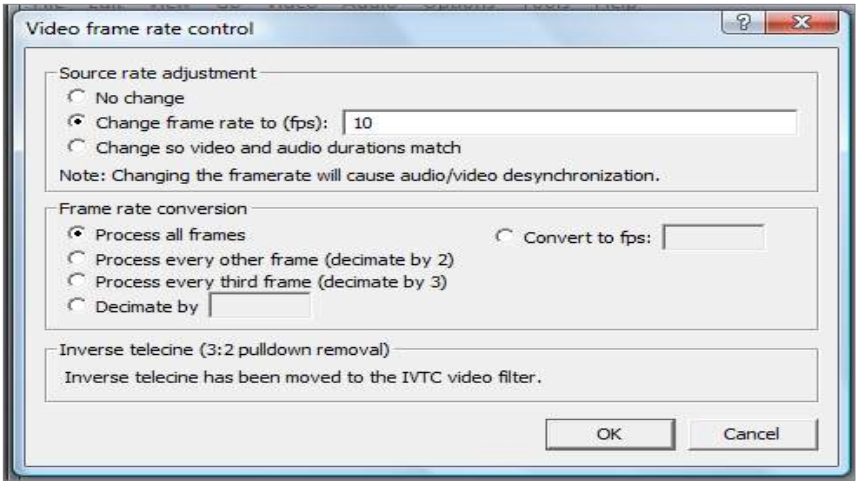
1- Ouvrir VirtualDub (logiciel gratuit).

2- Paramétrer le nombre d'images par seconde voulu dans le time lapse à réaliser :



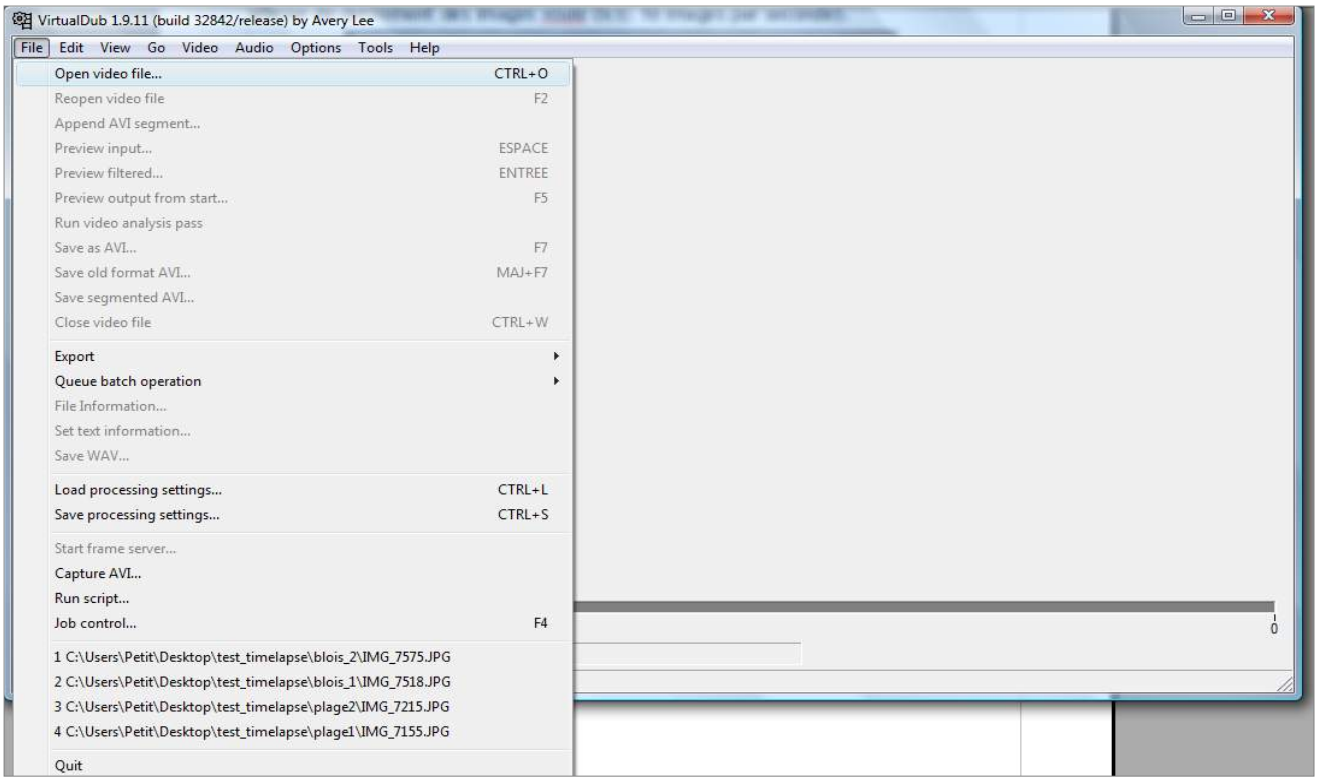
>Video > Frame Rate :

>Choisir « Source rate adjustment », cocher **« Change frame rate to (fps) »** selon la vitesse de défilement des images voulue (ici : 10 images par seconde).



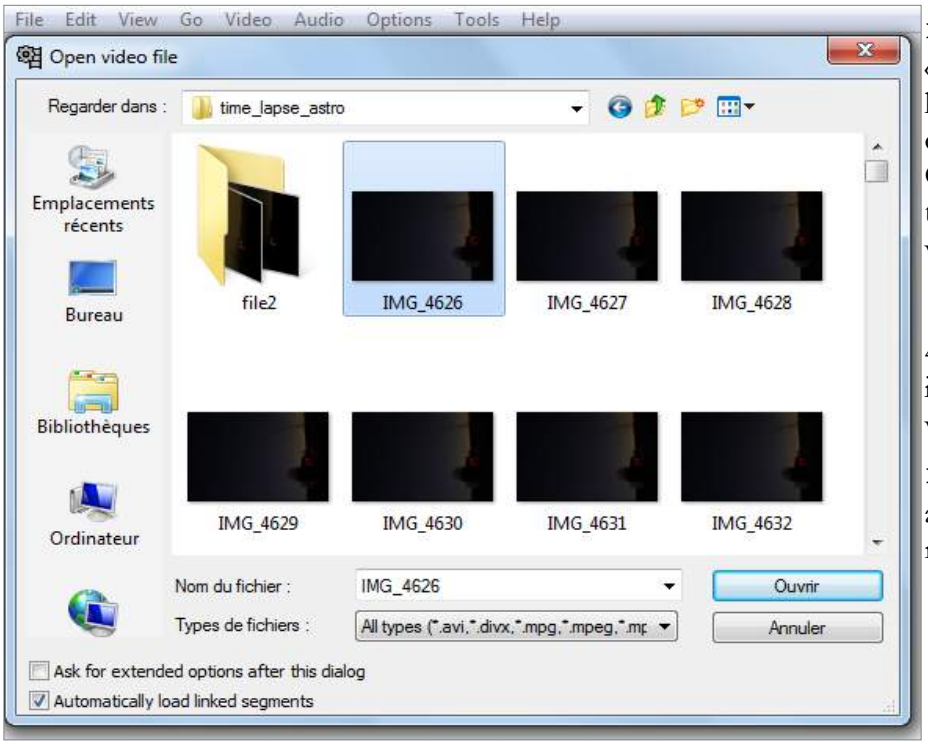
>Cliquez sur **OK**

3- Ouvrir les images à utiliser :



>File > Open Video File

>Ouvrir le dossier contenant les images à utiliser et cliquer sur la première :

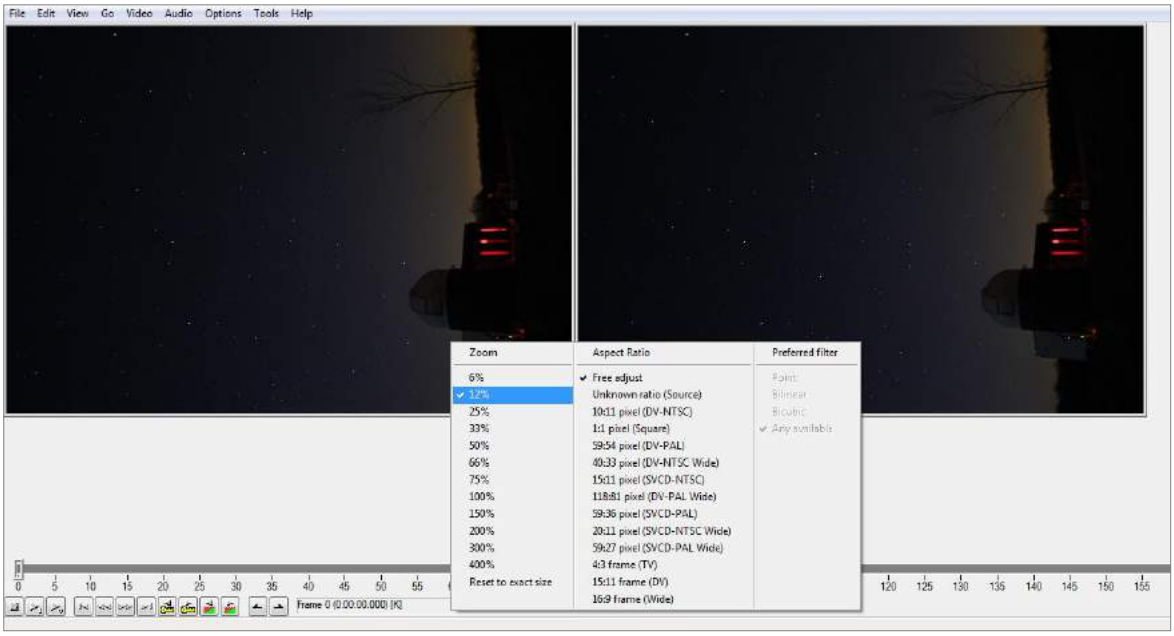


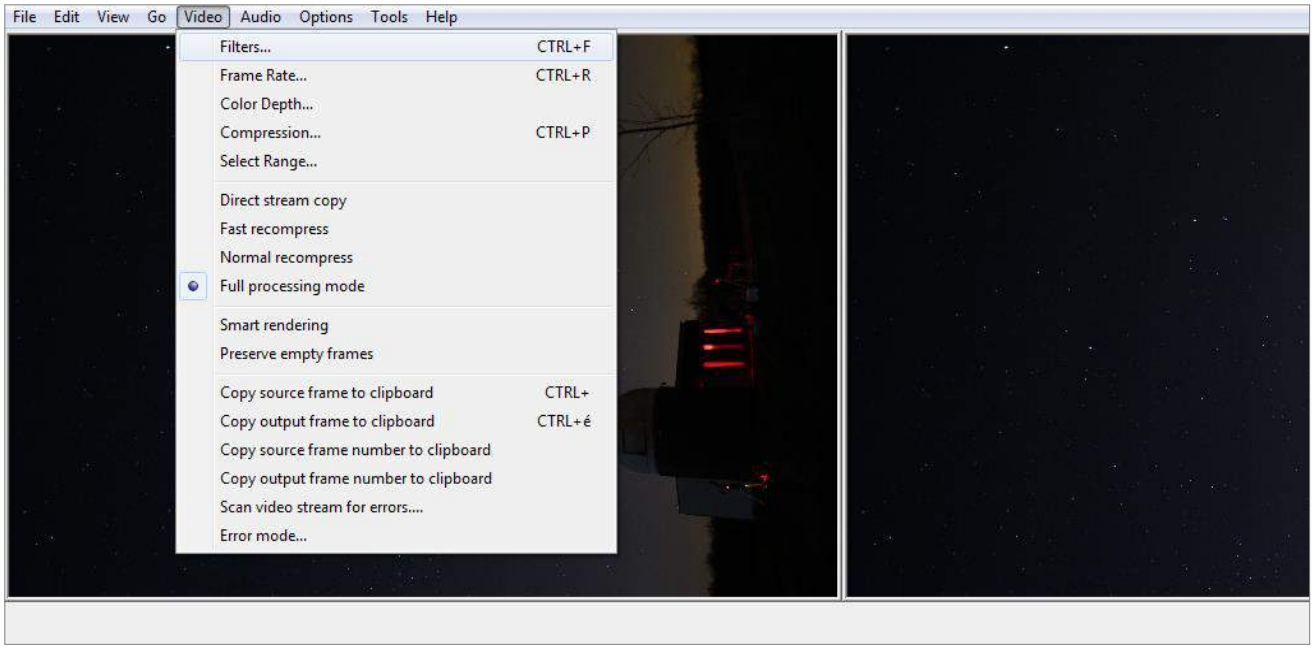
>Vérifier que le bouton « Automatically load linked segments » soit coché puis cliquer sur Ouvrir pour intégrer toutes les images dans virtualDub.

4- Redimensionner les images pour « alléger » la vidéo :

> Click droit pour afficher l'aperçu en taille réduite (ici 12%)

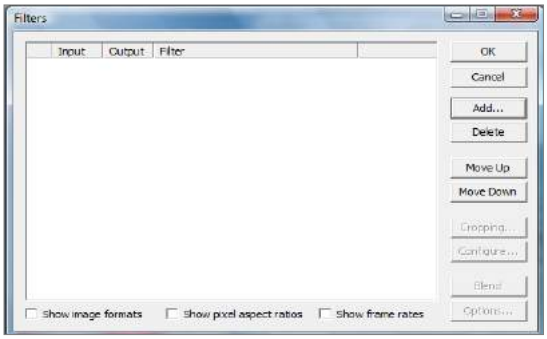
>



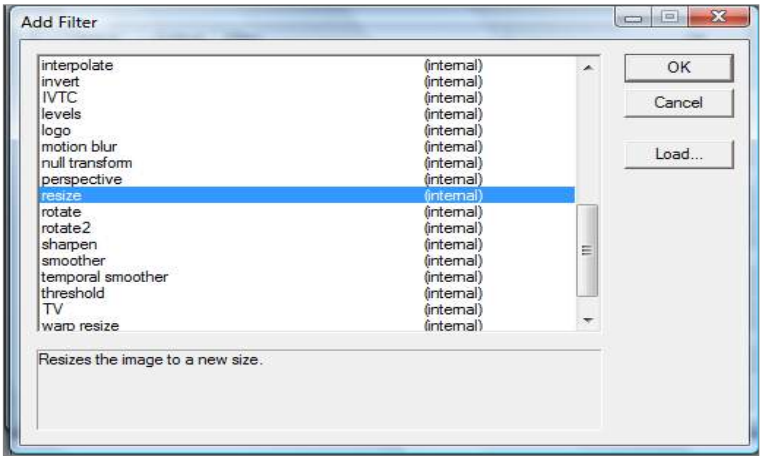


Video > Filters :

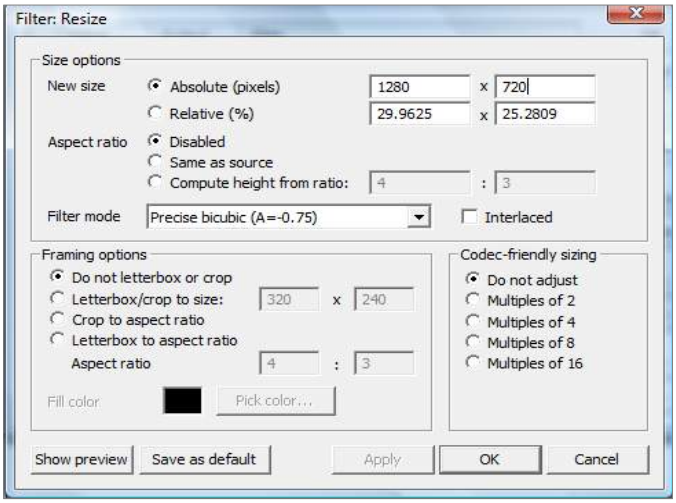
>Bouton Add :



> Sélectionner le filtre resize :



> Cliquer sur **OK**



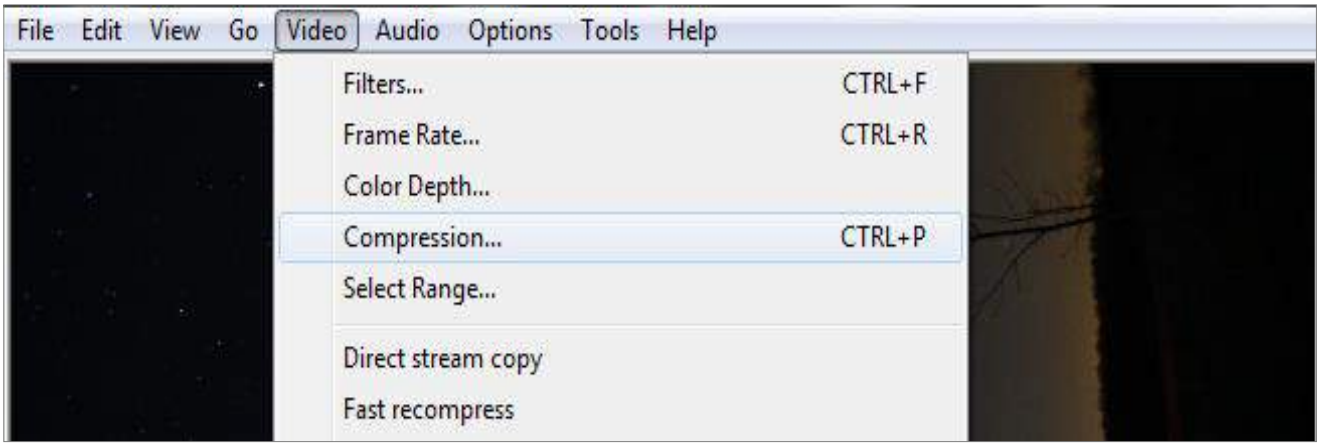
>Cocher New size : Absolute (pixels) et Aspect ratio : Disabled

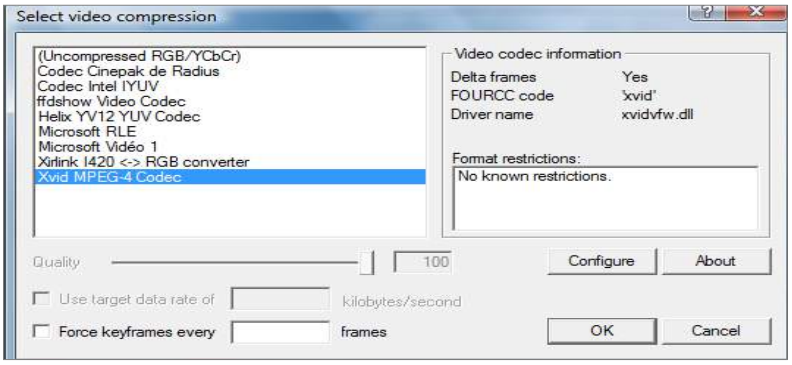
puis redimensionner les images, ici 1280 x 720.

> Cliquer sur OK (Deux fois pour fermer les deux fenêtres)

5- Choisir un format de compression (CODEC)

>Video > Compression





> Choisir un format de compression :

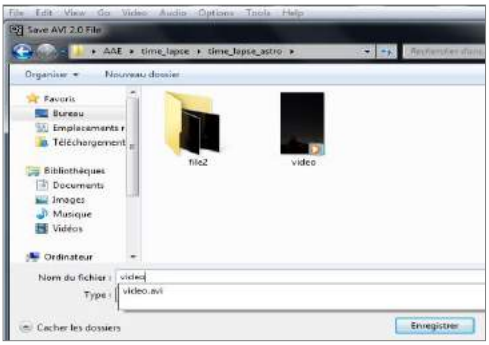
Ici : Xvid MPEG-4 Codec.

D'autres formats de compression peuvent être proposés et choisis, à vous de tester !

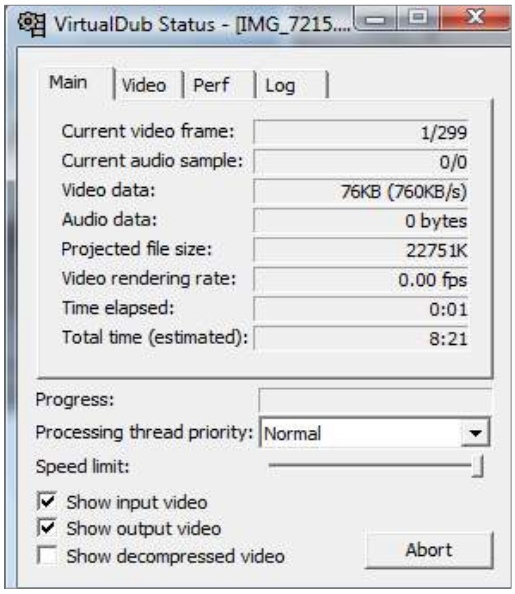
6- Sauvegarder la vidéo au format .avi :

> File > Save as AVI ... :

>Choisir un nom et un lieu d'enregistrement :



>Cliquer sur **Enregistrer**. Un nouvelle fenêtre d'avancement s'ouvre :



>Attendre la fin pour aller voir la vidéo et fermer VirtualDub.

Cette vidéo constitue un ensemble d'images donnant une vidéo « accélérée » : un time lapse.

Précautions :

Ne pas réaliser de time lapse sur le Soleil ou dans sa direction ! Cela est dangereux pour nos yeux et pour le matériel photographique.

Prolongements :

Les images réalisées de nuit peuvent servir dans plusieurs autres activités : Mouvement apparent du ciel, repérage de constellation, création d'un filé d'étoiles par exemples.

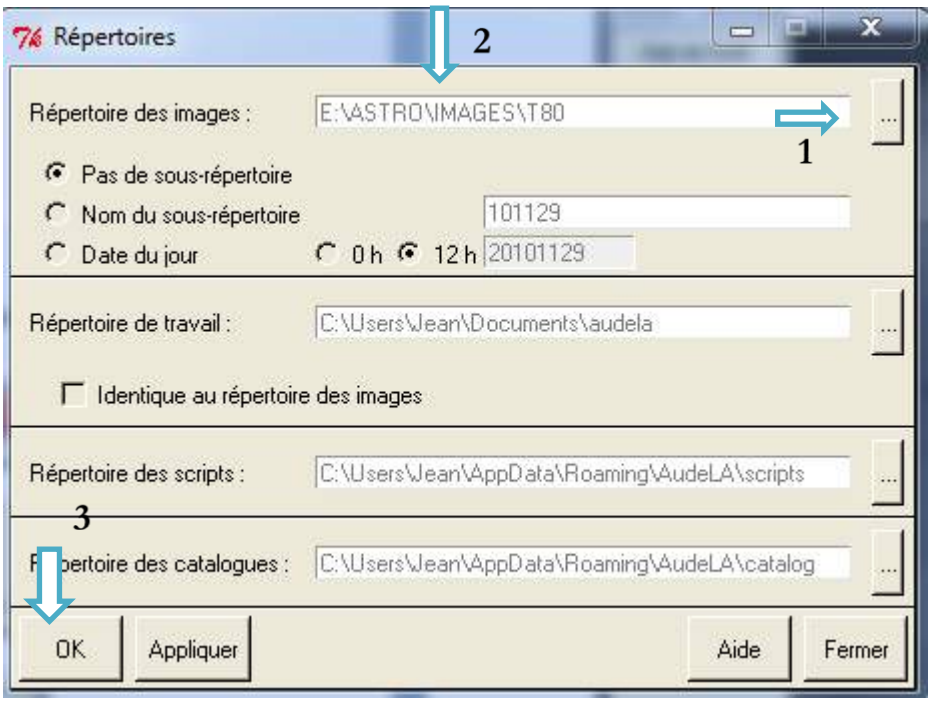
Marche à suivre pour la calibration des images

Préalables

Logiciel : Audela 2.0 http://www.audela.org/dokuwiki/doku.php/fr/start

Configurer le logiciel :

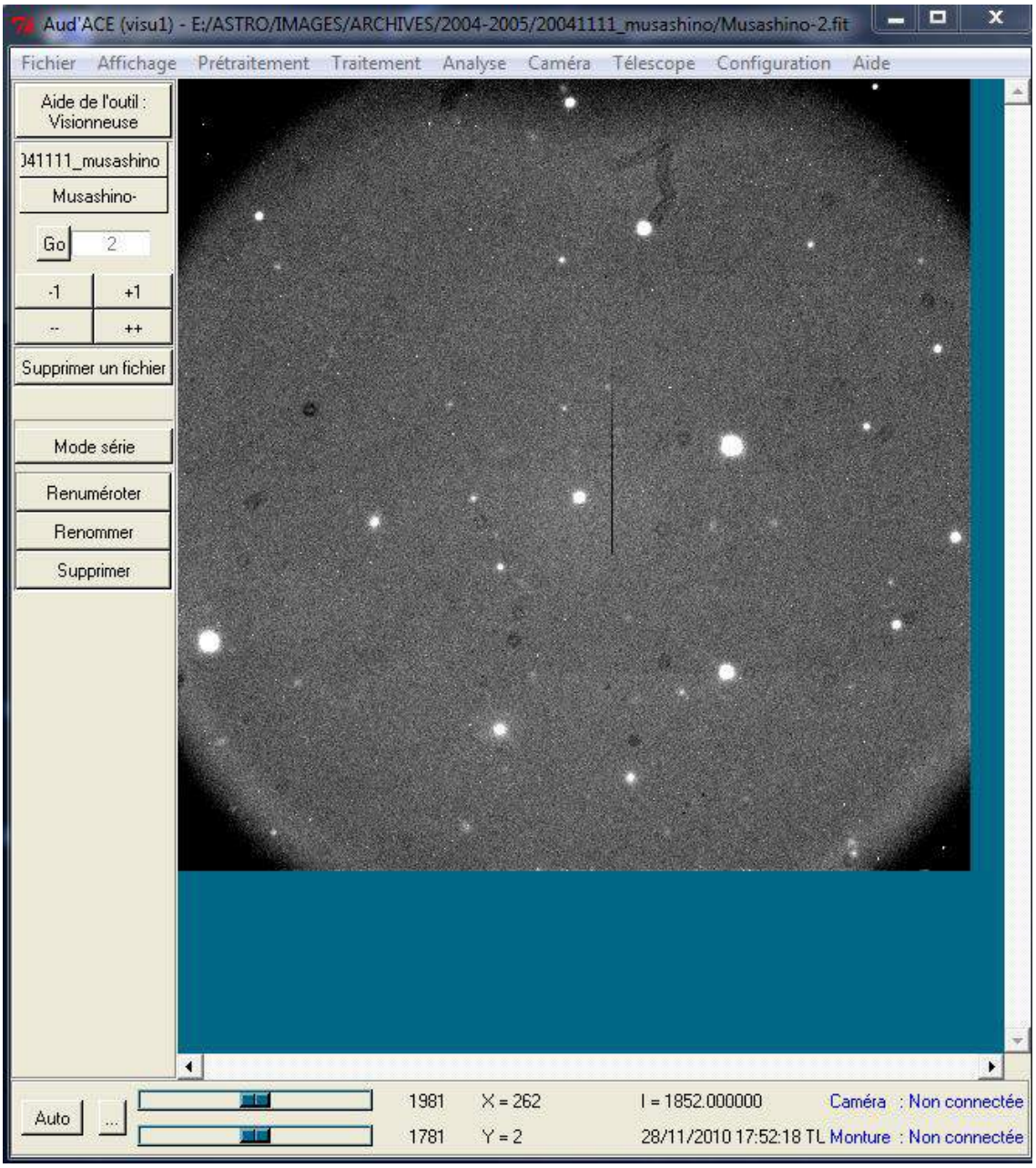
- Sélectionner le répertoire de travail (Configuration->Répertoires).
- Appuyer sur le bouton (1) pour sélectionner un dossier.
- Vérifier le nom du dossier sélectionné (2).
- Appuyer sur le bouton OK (3) pour valider ce choix.



ETAPE 1

Tri des images

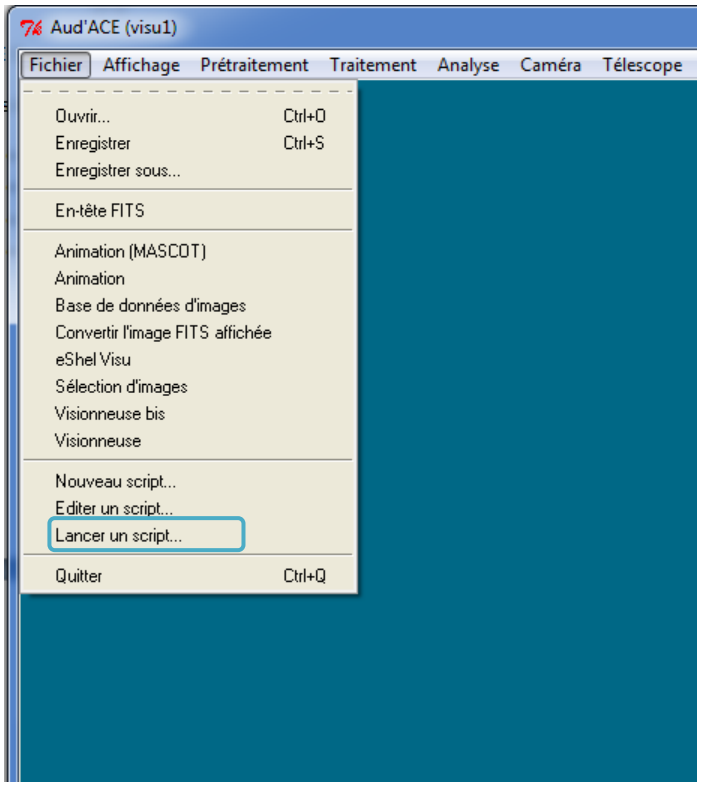
- Lancer l'outil « Visionneuse » (menu Fichier)
- Ouvrir la 1re image puis vérifier la qualité de toute la série.
- Supprimer les images inexploitables.
- Ne pas oublier de Renuméroter la série.

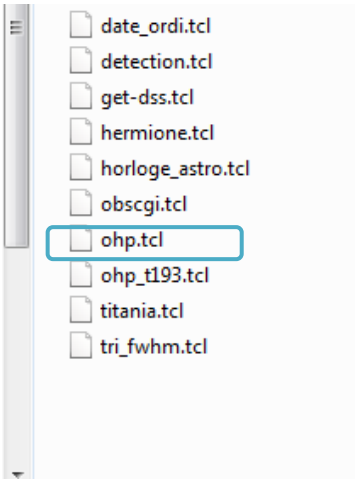


ETAPE 2

Calibration des images

- Lancer Le script (menu Fichier)
- Choisir le script ohp.tcl



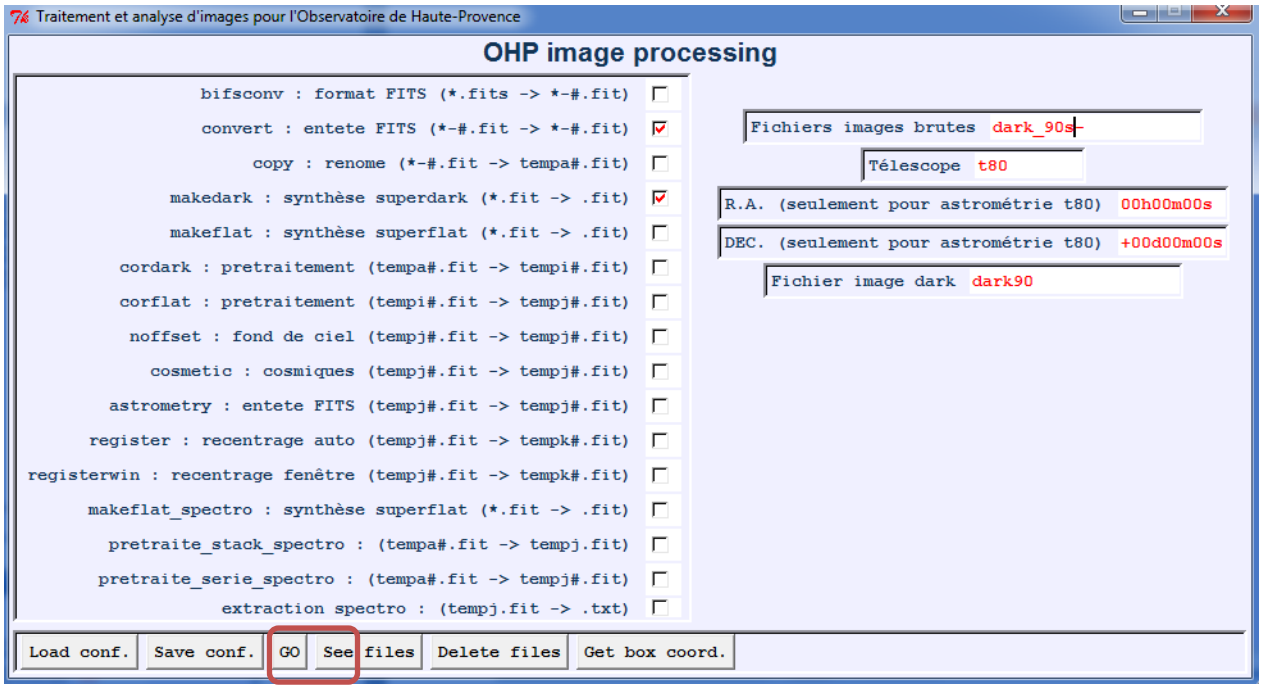


1) Synthétiser les « superdarks »

Lors de l'acquisition des images, on réalise plusieurs darks pour chaque temps de poses utilisées pour les images du ciel et pour les « flats ».
Il faut commencer à synthétiser les superdarks, c'est à dire l'empilement médian de chaque série de darks.

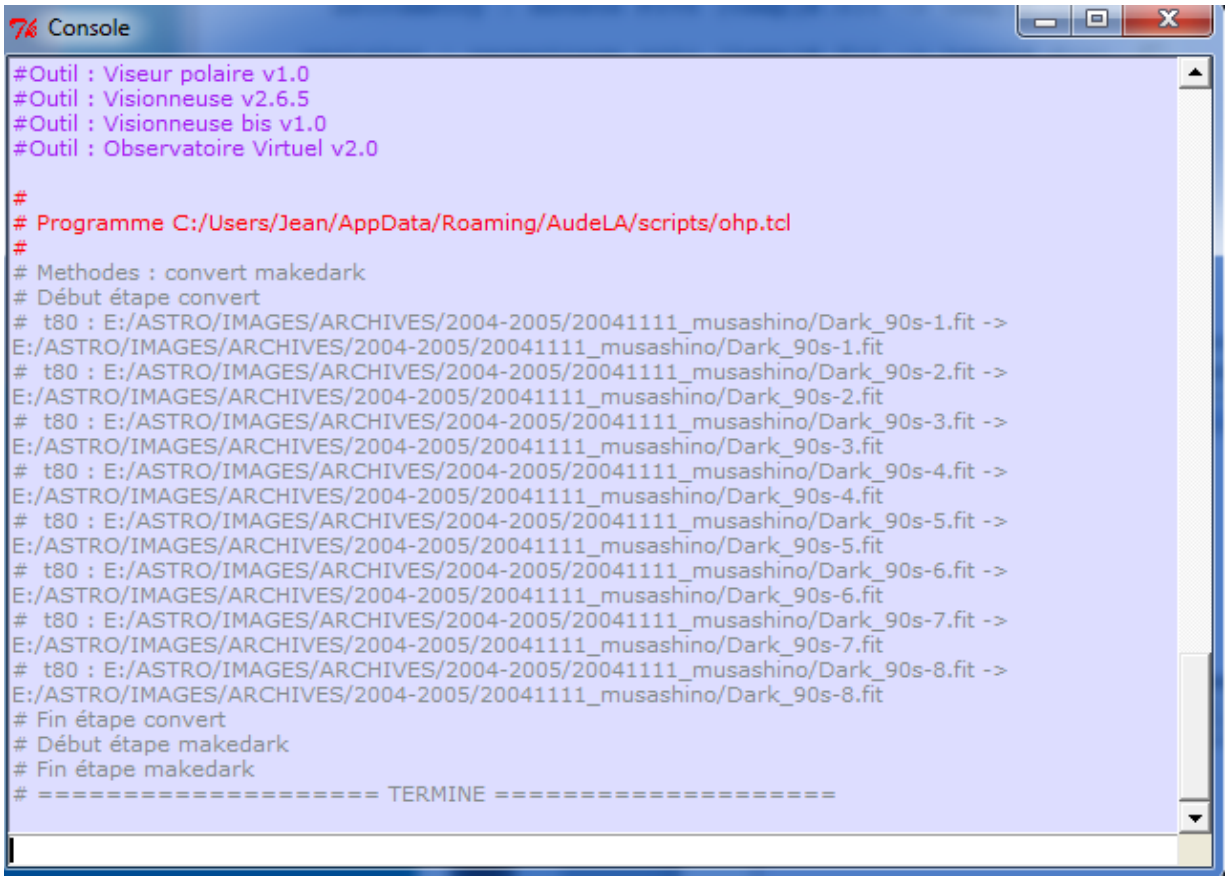
Soit une série de darks de 90s de pose: dark_90s-1.fit, dark-90s-2.fit, etc.
Cette série est donc désignée sous le nom générique **dark_90s-**.

Lancer le script ohp.tcl (Fichier-> Lancer un script).
Cocher les cases comme dans la figure suivante, puis renseigner les champs:

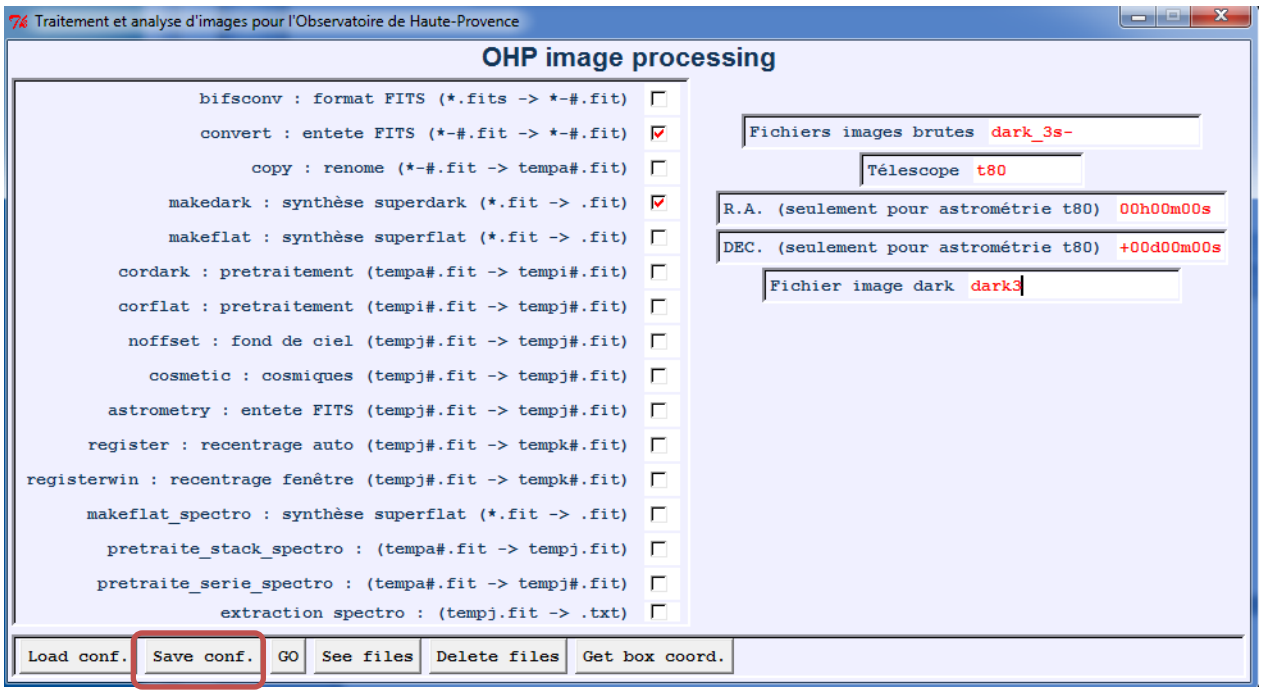


Il suffit d'appuyer sur le bouton GO pour lancer la synthèse du superdark qui s'appelera dark60s.fit.

Dans la console apparaîtra la fin du traitement :



Même chose pour les darks_3s du flat.



Astuce : on peut enregistrer la configuration des choix effectués sous la forme d'un fichier en appuyant sur le bouton [Save conf.]. Il suffit de donner un nom à votre configuration. Par exemple, dark90 et le fichier dark90.ohp sera écrit sur le disque et contiendra vos données du formulaire. Cela permet aussi de vérifier plus tard que l'on ne s'est pas trompé sur tel ou tel paramètre.

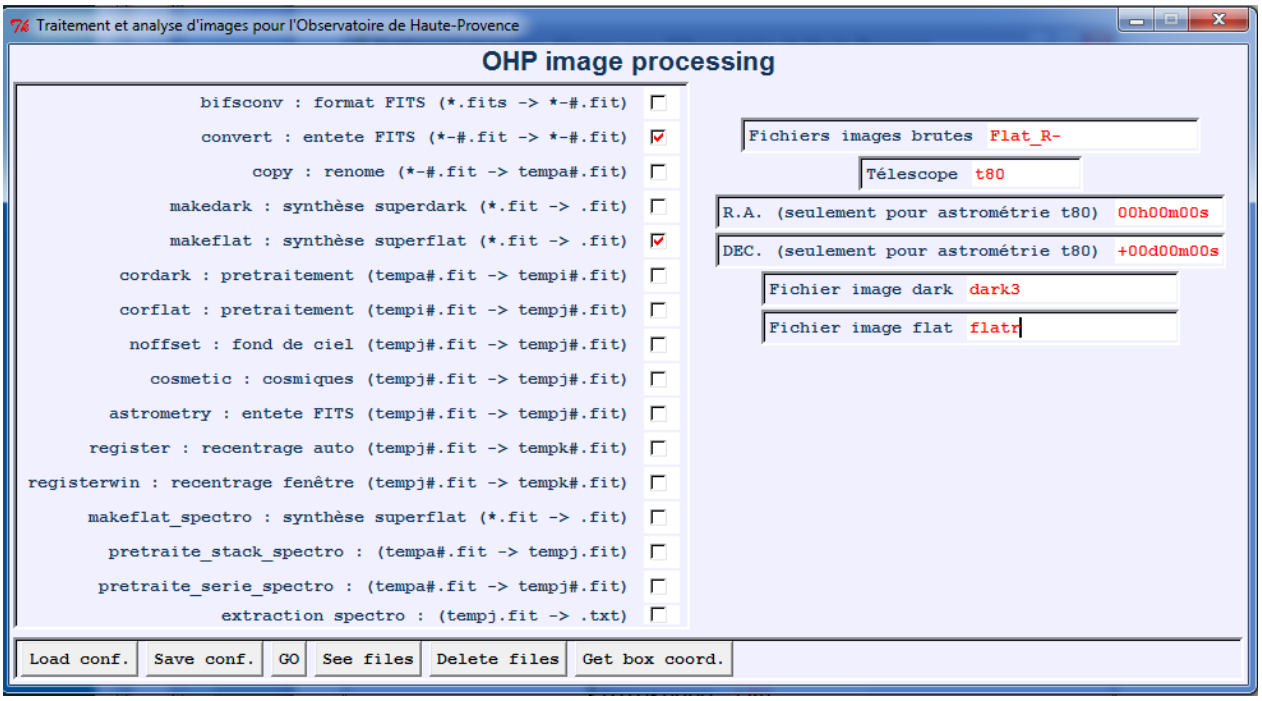
2) Synthétiser les « superflats »

Tout comme pour les « darks », on acquiert une série de flats avec un filtre donné (celui utilisé pour les images à calibrer).

Soit une série de flats pris avec le filtre R posés 3 secondes: Flatr_R-1.fit, Flatr_R-2.fit, etc.

Vérifier que vous avez déjà généré le « superdark » dont le temps de pose correspond à celui des flats. Dans notre exemple, il faut générer dark3.fit.

Lancer le script ohp.tcl (Fichier-> Lancer un script).
Cocher les cases comme dans la figure suivante, puis renseigner les champs:



Il suffit d'appuyer sur le bouton GO pour lancer la synthèse du « superflat » qui s'appellera flatr.fit.

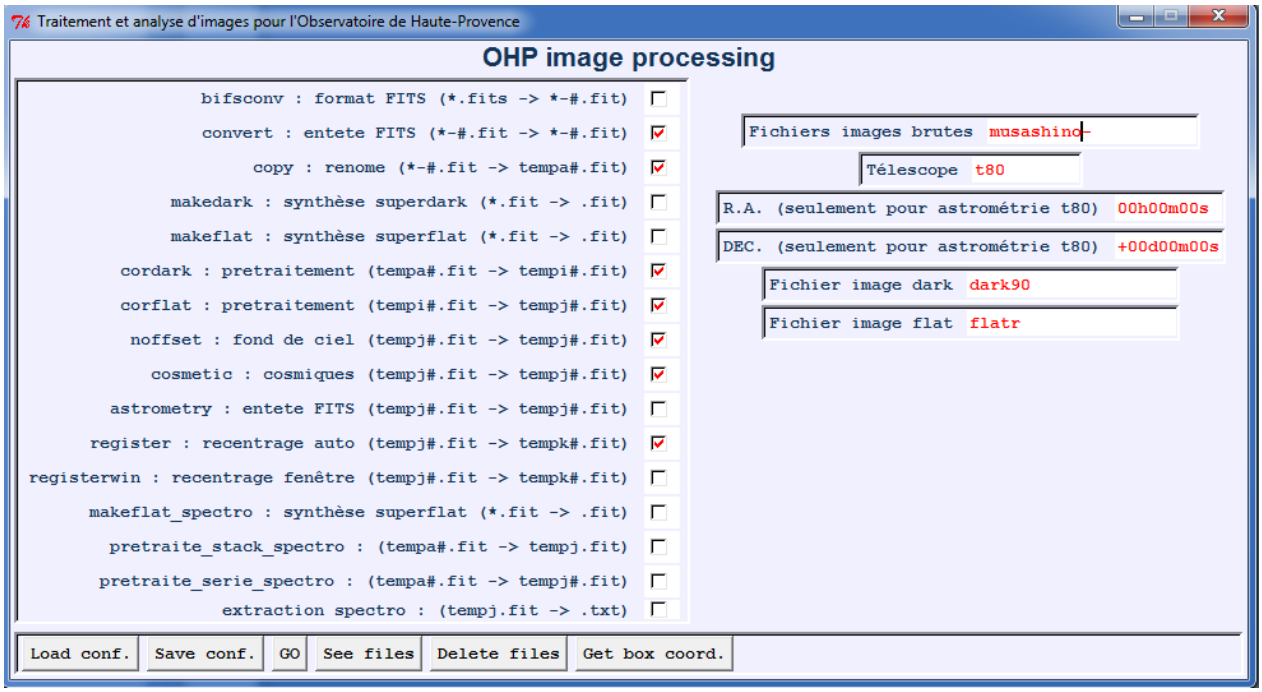
3) Prétraitement des images (série)

Soit une série d'images musashino-1.fit, frostia-2.fit, posées 90 secondes avec un filtre R.

Soit dark90.fit et flatr.fit : les fichiers darks et flats correspondants.

Bien vérifier que vous ayez déjà généré le « superdark » dont le temps de pose correspond à celui des images et le « superflat » avec le filtre correspondant aux images. Dans notre exemple, il faut avoir généré dark90.fit et flatr.fit.

Lancer le script ohp.tcl (Fichier-> Lancer un script). Cocher les cases comme dans la figure suivante, puis renseigner les champs:



Il suffit d'appuyer sur le bouton GO pour lancer le prétraitement.

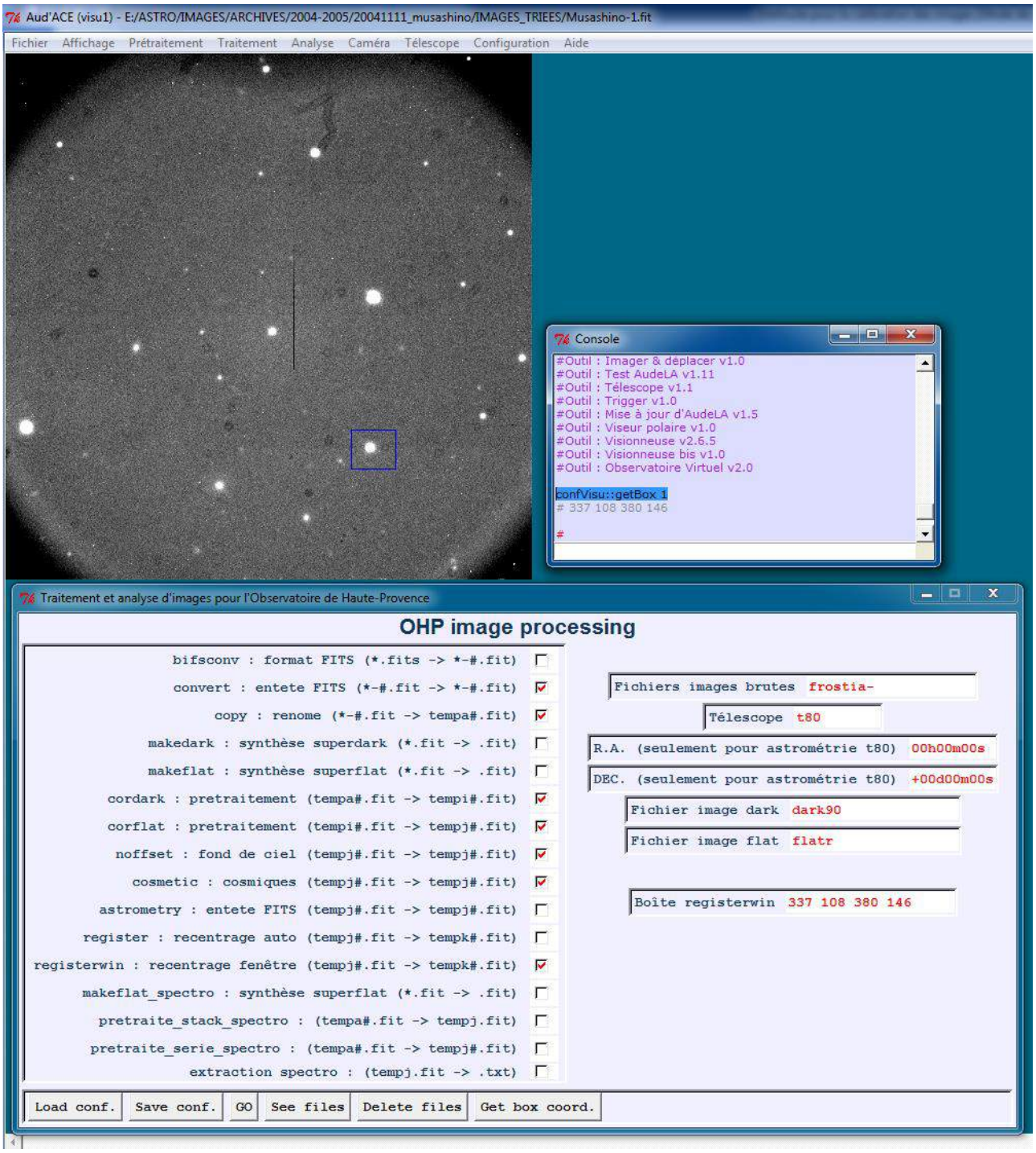
La série d'images prétraitées s'appelle **tempk1.fit**, etc.

Note 1 : on peut enregistrer la configuration des choix effectués sous la forme d'un fichier en appuyant sur le bouton [Save conf.]. Il suffit de donner un nom à votre configuration. Cela permet aussi de vérifier plus tard que l'on ne s'est pas trompé sur tel ou tel paramètre.

Note 2 : Si l'on veut faire une **calibration astrométrique** ultérieurement, il faut renseigner les champs RA et DEC par les coordonnées approximatives (à 30 arcsec près) du centre du champ.

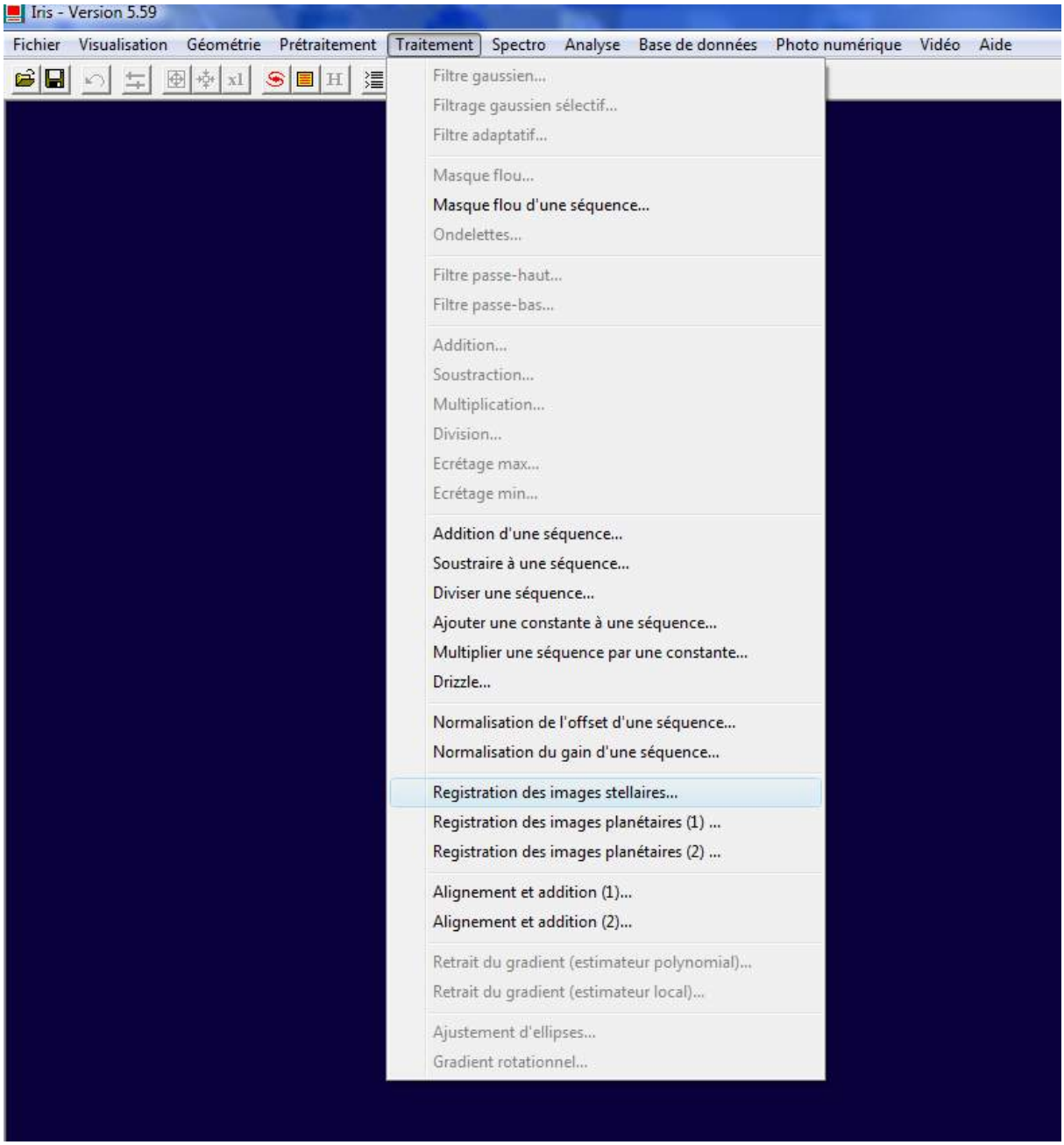
Note 3 : on vérifiera que les images sont bien réalignées en les visualisant les unes après les autres (Outils->Visionneuse).
Si ce n'est pas bien recentré, on peut utiliser la méthode "registerwin" au lieu de "register". Pour cela, après avoir visualisé l'image tempk1.fit, encadrer généreusement une étoile brillante et bien isolée.
Dans la console, taper : confVisu::getBox 1
Recopier les quatre valeurs affichées dans le champ "Boîte registerwin". Voir l'illustration ci-dessous:

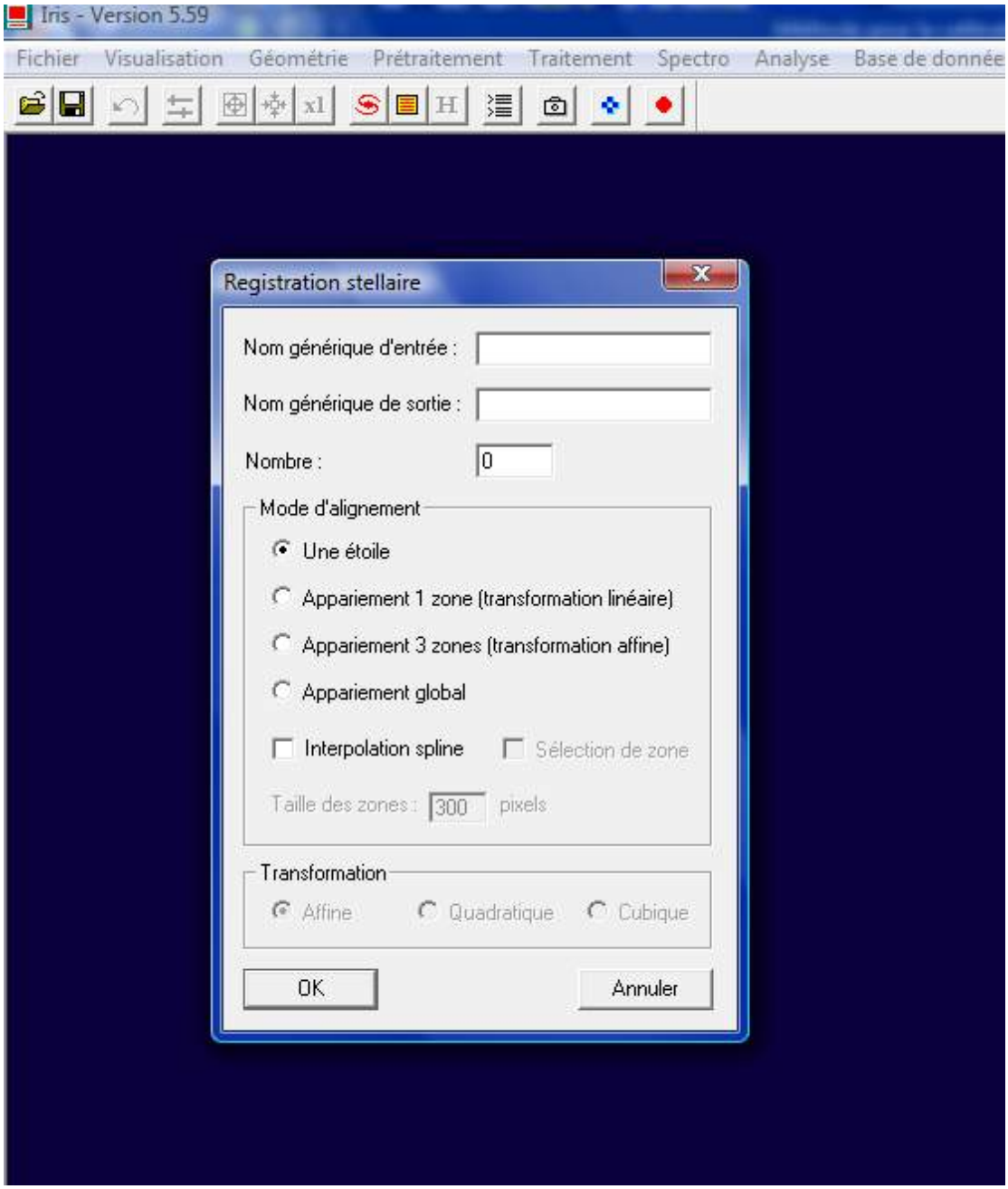
Note 4 : l'alignement peut échouer avec le script ohp.tcl. Dans ce cas, utiliser le logiciel ***Iris*** (http://www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm) Voir Annexe.



Annexe

Alignement des images avec le logiciel Iris.


Iris - Version 5.59
Fichier
Visualisation
Géométrie
Prétraitement
Traitement
Spectro
Analyse
Base de données
Photo numérique
Vidéo
Aide
Filtre gaussien...
Filtrage gaussien sélectif...
Filtre adaptatif...
Masque flou...
Masque flou d'une séquence...
Ondelettes...
Filtre passe-haut...
Filtre passe-bas...
Addition...
Soustraction...
Multiplication...
Division...
Ecrétage max...
Ecrétage min...
Addition d'une séquence...
Soustraire à une séquence...
Diviser une séquence...
Ajouter une constante à une séquence...
Multiplier une séquence par une constante...
Drizzle...
Normalisation de l'offset d'une séquence...
Normalisation du gain d'une séquence...
Registration des images stellaires...
Registration des images planétaires (1) ...
Registration des images planétaires (2) ...
Alignement et addition (1)...
Alignement et addition (2)...
Retrait du gradient (estimateur polynomial)...
Retrait du gradient (estimateur local)...
Ajustement d'ellipses...
Gradient rotationnel...


Iris - Version 5.59
Fichier Visualisation Géométrie Prétraitement Traitement Spectro Analyse Base de donnée
Registration stellaire
Nom générique d'entrée :
Nom générique de sortie :
Nombre :
0
Mode d'alignement
Une étoile
Appariement 1 zone (transformation linéaire)
Appariement 3 zones (transformation affine)
Appariement global
Interpolation spline
Sélection de zone
Taille des zones :
300
pixels
Transformation
Affine
Quadratique
Cubique
OK
Annuler

Astrophotographie longue pose (APN)

Acquérir et traiter une série d'images d'un objet céleste avec un appareil photo numérique réflex

La photographie numérique d'objets célestes implique la maîtrise rigoureuse d'une chaîne ordonnée d'opérations.

Elle suppose la connaissance de l'ensemble des conditions requises et la capacité de mettre en œuvre un protocole qui va de l'installation soignée d'un équipement l'acquisition d'une longue série d'images au traitement

Il faut être capable de choisir les cibles possibles en fonction des paramètres de l'équipement, de procéder aux acquisitions en adaptant les conditions de prise de vues aux contraintes techniques et à la nature des cibles et enfin, de suivre des instructions précises lors du traitement des fichiers numériques. L'APN peut être défiltré ou non, cela ne change pas l'ensemble de la procédure. Aucune des étapes, prises séparément, n'est, à proprement parlé difficile. Il sera toujours possible, en suivant soigneusement la démarche, de produire une image accumulant du temps de pose. L'amélioration de la qualité des images viendra, au fur et à mesure, d'une meilleure application des règles de l'art où certains détails, au regard de l'ensemble de la pratique peuvent paraître insignifiant, se révèlent à terme déterminants.

Notions et compétences requises :

- Mettre en station la monture équatoriale allemande avec système automatique de pointage (HEQ5 – Goto ou autre)
- Initialiser le pointage automatique (Goto)
- Installer le détecteur sur le tube optique en veillant à préserver les équilibrages de l'ensemble.
- Maîtrise des usages communs de l'informatique

Objectifs :

Réaliser une image numérique à partir d'une série d'images longues poses d'un même objet céleste.

Finalité :

Comprendre et maîtriser les techniques d'astrophotographie numérique et grâce à ces techniques produire des observations impossibles à l'œil nu.

Notions et compétences à acquérir :

Notions :

- Connaître les notions de champ et d'échantillonnage.
- Connaître les principales conditions nécessaires aux techniques de prises de vues. Spécificités des images astronomiques.
- Comprendre les principes de l'image numérique, du fonctionnement du capteur CCD et la notion de rapport signal/bruit.
- Connaitre les procédures[8] de correction des défauts des images numériques.
- Connaître les systèmes de coordonnées des objets célestes (équatoriales et locales)

[8] Calibration des images dans le but de pouvoir les analyser scientifiquement. Voir procédures générales. Voir fiche n° ?

Compétences :

- Choisir une cible adaptée à l'équipement dont on dispose et en fonction des conditions d'observation. Utiliser un simulateur céleste ou des éphémérides.
- Savoir reconnaître un champ d'étoiles dans une image acquise[9], à partir d'une carte ou d'une image d'un champ.
- Configuration du détecteur pour réaliser une série de prises de vues.
- Faire une série de poses (de quelques dizaines à plusieurs centaines) sur un même objet céleste.
- Utilisation approfondie des logiciels de simulation céleste et de traitement des images numériques en astronomie.

Exercices préparatoires possibles :

- Utilisation des éphémérides et recherche de cibles.
- Pratique du traitement des images numériques en astronomie (série d'images disponibles)

Equipement et logiciels requis :

L'instrument optique :

Télescope (*reflecting telescope*) de type SC (*Schmidt Cassegrain* : le « C8 ») ; Lunette (*refracting telescope*).

La monture (support de l'optique) :

Monture équatoriale allemande HEQ5 Goto et l'alimentation sur batterie 12v ou alimentation secteur régulée 12V – 2A (au moins).

Le détecteur :

Appareil photo numérique[10] (APN) : APN Canon dont filtre d'origine remplacé par un filtre Astrodon InsideTM *(L'APN doit être paramétré pour les prises de vues astronomiques, voir plus bas).*

---

[9] Procédure de reconnaissance de champ. Voir fiche n° ?

[10] APN : Appareil photo numérique, il s'agit, de Canon 1100D ou 600D défiltrés ou non.
Défiltré : cela signifie que le filtre infrarouge d'origine a été remplacé par un filtre permettant une sensibilité plus entendue (voir image ci-dessous et cf. http://www.pierro-astro.com/AstrodonInside.html#2 et http://www.astrodon.com/products/filters/astrodon_inside_dslr/)

Câble USB de connexion au PC et logiciel de control.

Chargeur de batterie ou alimentation secteur.

Bague T2[11] qui permet de raccorder l'APN par sa baïonnette sur l'adaptateur T2 coulant 2" (50,8mm)

Les accessoires :

Batterie chargée ou alimentation secteur de préférence.

Rallonge de câble USB.

Résistance chauffante ou/et pare buée.

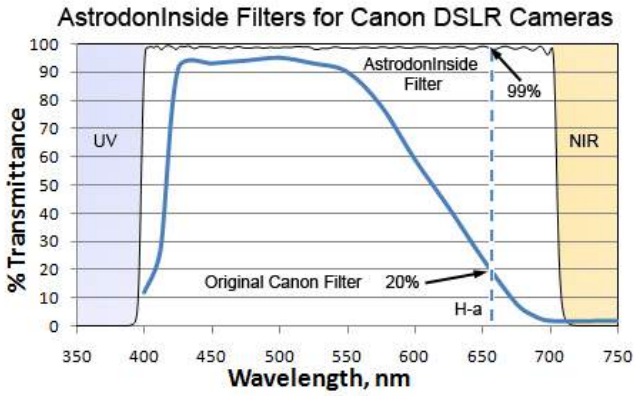
Rallonge électrique, table (pour l'installation de l'ordinateur et des accessoires).
Dispositif permettant l'acquisition de PLU (flat). Par exemple un grand écran blanc et une lampe non directionnelle.

Ordinateur portable « préparé » (voir plus bas)

Les logiciels :

C2A[12] : planétarium qui permet aussi le contrôle du télescope (prévoir le catalogue Usno A2). De très nombreuses fonctionnalités.

* une alternative : *Stellarium*[13] (simulateur céleste)



[11] Bague T2 et l'adaptateur T2 vers coulant 1,25" ou 2"

[12] *C2A (Computer Aided Astronomy)* en français : http://www.astrosurf.com/c2a/index.htm
[13] *Stellarium* en français http://www.stellarium.org/fr/

Iris[14] : logiciel de traitement numérique des images en astronomie. Logiciel éprouvé, très largement documenté.

* une alternative *: Audela* [15]

Astromatos[16] : préparation et choix des cibles disponibles en fonction de la taille angulaire de l'objet et la dimension du champ du détecteur. Très utile pour débuter.

Fwhm[17] : permet de faire la mise au point en direct sur une image chargée à l'écran de l'ordinateur.

Astrogenerator[18] *:* sélection des objets observables.

Etapes :

1- Préalables aux prises de vues

A) Préparer l'ordinateur

Installer les logiciels nécessaires[19]

- Pour la localisation et l'identification des cibles :

C2A (Computer Aided Astronomy) : logiciel de cartographie stellaire et préparation des observations, tri et choix des cibles disponibles.

- Pour la mise en station et les traitements ultérieurs des images :

Audela : angle horaire de la polaire -> onglet *Télescope/viseur polaire/type EQ6,* traitement ultérieur des images sur de longues séries, scripts disponible très efficaces.

Astromatos : préparation et choix des cibles disponibles en fonction de la dimension de l'objet et la taille du champ de l'image.

-Pour le traitement des images

IRIS: pour le traitement ultérieur des images, capable de traiter des séries importantes.

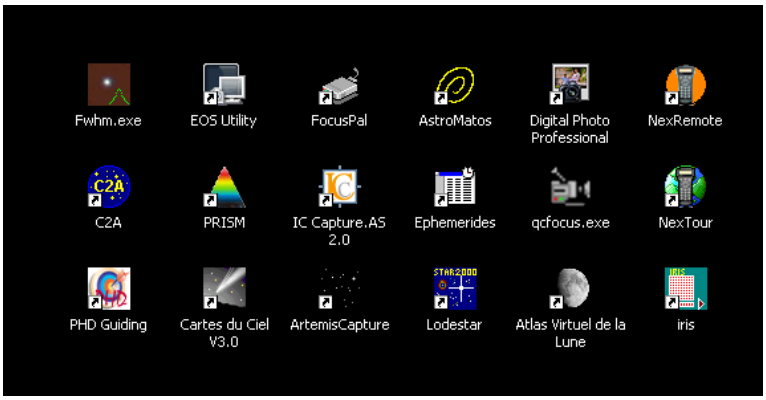
Fwhm : pour faire la mise au point en direct sur une image chargée à l'écran d'ordinateur.

> *Créer des raccourcis sur le bureau de façon à pouvoir accéder facilement aux différentes applications.*

Configurer le fond d'écran du bureau avec une couleur, de manière à ne pas être ébloui.

---

[14] IRIS en francais : http://astrosurf.com/buil/iris/iris.htm
[15] *AudeLa* en français http://www.audela.org/
[16] *AtroMatos* en français : http://www.gentibus.com/AstroMatos/
[17] *Fwhm* en français : http://astrosurf.com/dslr_automat/accueil_utilitaires.htm
[18] *Astrogenrator* : http://www.univers-astronomie.fr/generateur-soiree/astrogenerator/
[19] Les logiciels cités sont gratuits ou libres de droit.



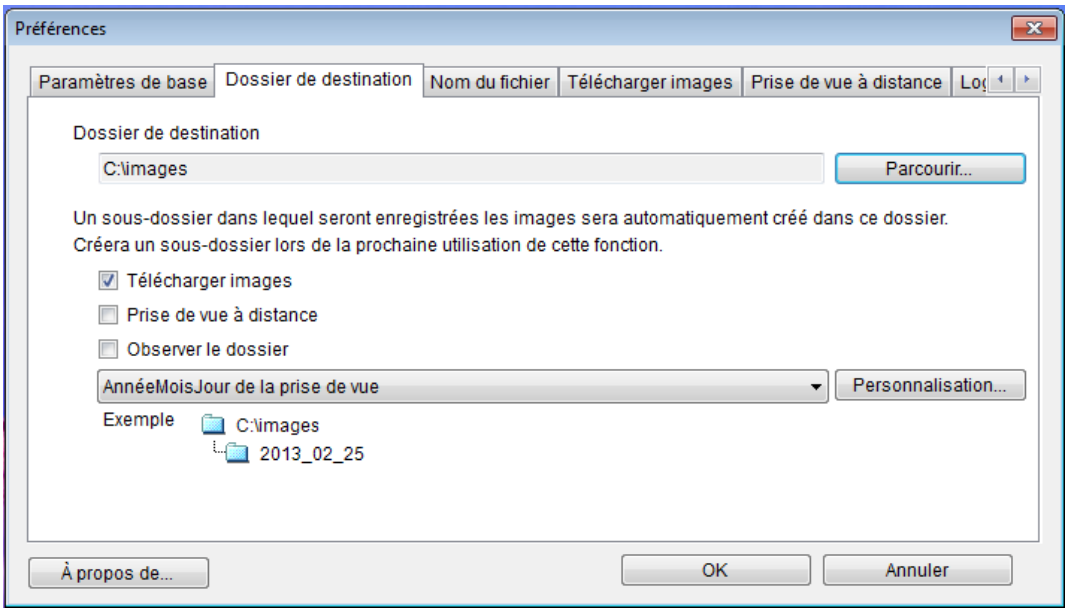
a) Installer les pilotes et le logiciel de contrôle de l'APN

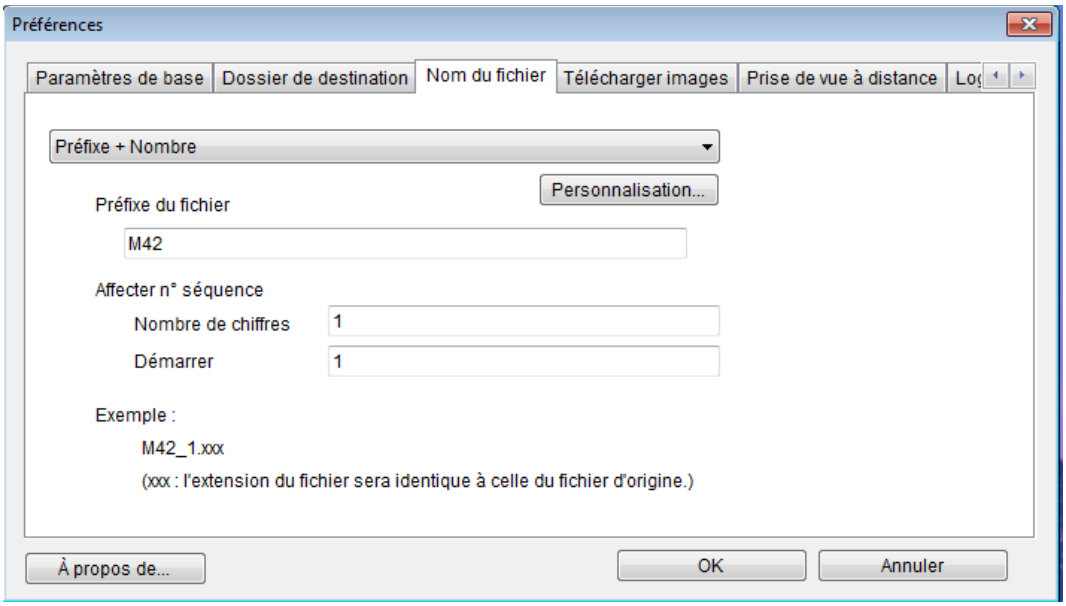
Les pilotes de l'APN (ou camera CCD, DMK) doivent être évidemment installés avant toute utilisation.
Prévoir aussi d'installer l'indispensable *EOS Utility* : logiciel livré avec l'APN Canon, permet de commander l'APN par l'ordinateur, lancement des prises de vues, réglages...

b) Organiser le classement et le nommage des fichiers

Il faut créer le dossier qui recevra les images. Il doit être créé à la racine de disque dur, par exemple par la date *C:\images24012012* (**Important** : pas d'espace ni de caractères accentués) ou le nom de l'objet : *C:\imagesM42*.
En tout état de cause, il faut prévoir une stratégie de classement et de nommage des fichiers avant la séquence d'acquisition, cela rendra le traitement ultérieur beaucoup plus aisé.

Ouvrir la fenêtre des préférences de l'application *EOS Utility*





c) Il faut disposer des coordonnées géographiques du lieu d'observation

Il faut noter les coordonnées du lieu d'observation. Cela est indispensable par exemple pour l'initialisation du Goto de la monture équatoriale.
Pour le T80 de l'OHP : Long 5° 42' 52,22" E (5.714505) Lat 43° 55' 56,67" N (43.932407)
(Données accessibles par Google Earth[20], exercice préparatoire à réaliser par les élèves)

B) Préparer l'APN

Quels paramètres pour l'astrophotographie?

[20] http://www.google.fr/intl/fr/earth/index.html

Passer en **mode manuel** « M »	
2) Accédez aux « **fonctions personnalisées** » > Appuyer sur le bouton « menu » > Sélectionner avec les flèches « fonctions personnalisées » > Appuyer sur « set »	
> Activer le verrouillage du miroir : fonction 9 (en fonction des modèles d'APN).	
3) **Désactiver la fonction de rotation automatique de l'image**	
4) Désactiver le nettoyage automatique du capteur afin que les ombres des poussières restent toujours aux mêmes endroits du capteur, elles seront éliminées au traitement grâce	

aux PLU[21].	

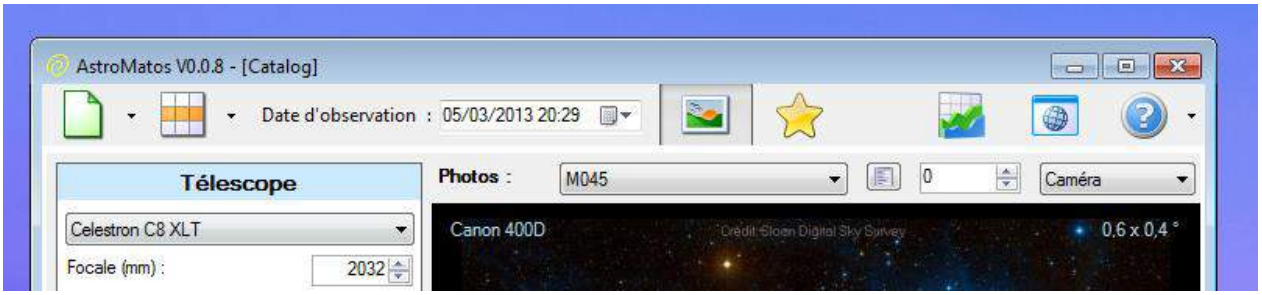
C) Préparer la liste des cibles *en fonction de la chaîne instrumentale*

Comment procéder ?

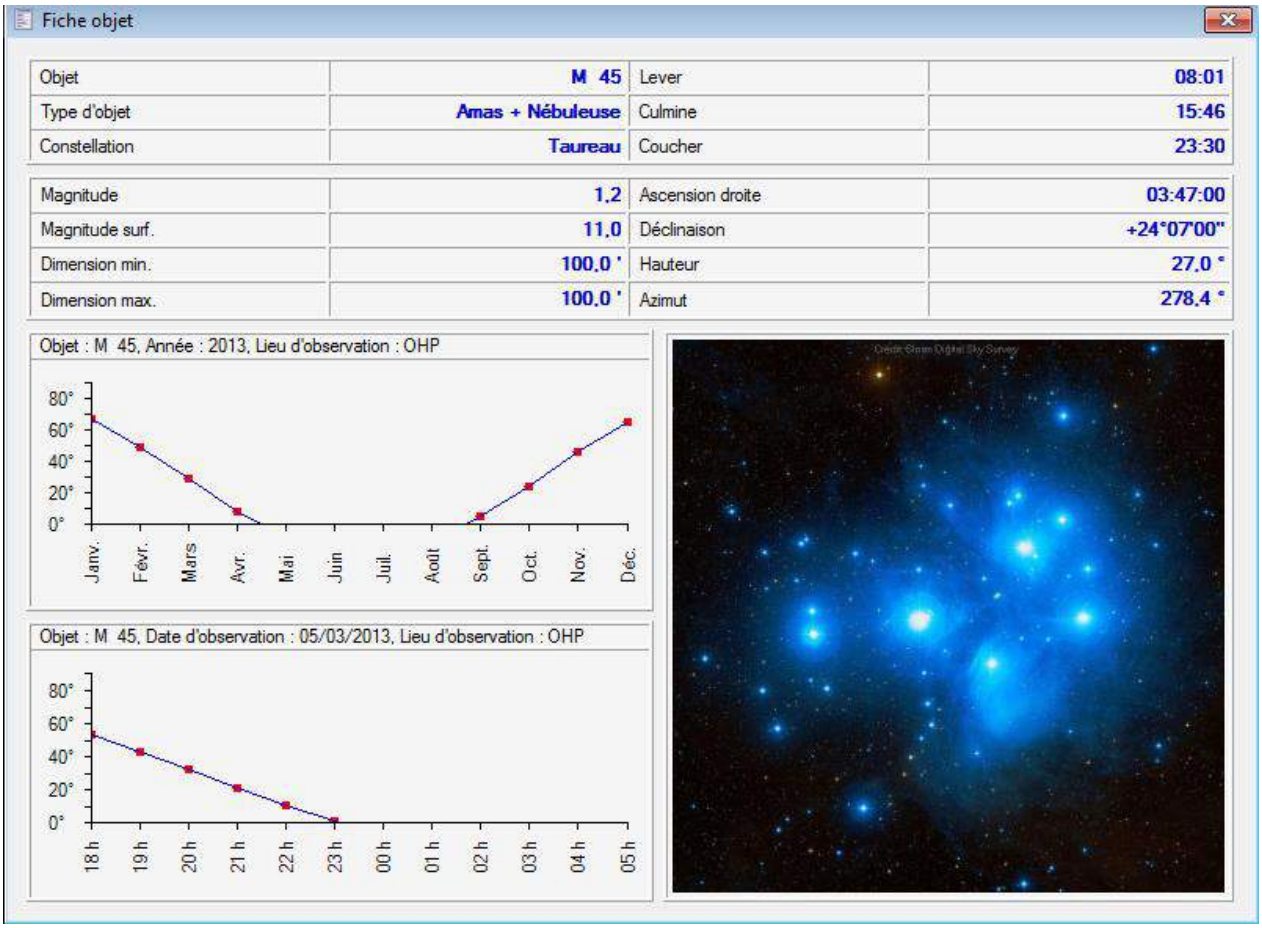
a) Selon la date

La qualité des images dépend en partie de la position de l'objet au cours de la nuit d'observation. Il doit être haut par rapport à l'horizon : au moins 30° de hauteur afin de limiter les effets de la turbulence atmosphérique et des lumières parasites. En direction du Sud le meilleur moment est lorsqu'il passe au méridien car il sera à ce moment-là au plus haut dans le ciel.
-> Vous pouvez utiliser **«** *Stellarium »*, **pensez à noter le numéro de l'objet et le catalogue** car vous en aurez besoin pour les pointer avec la raquette de commande de l'instrument.
-> Vous pouvez utiliser le mode « Liste » du logiciel « *Astromatos* »
->

Utilisez la fonction éphémérides de l'application *Astromatos*.



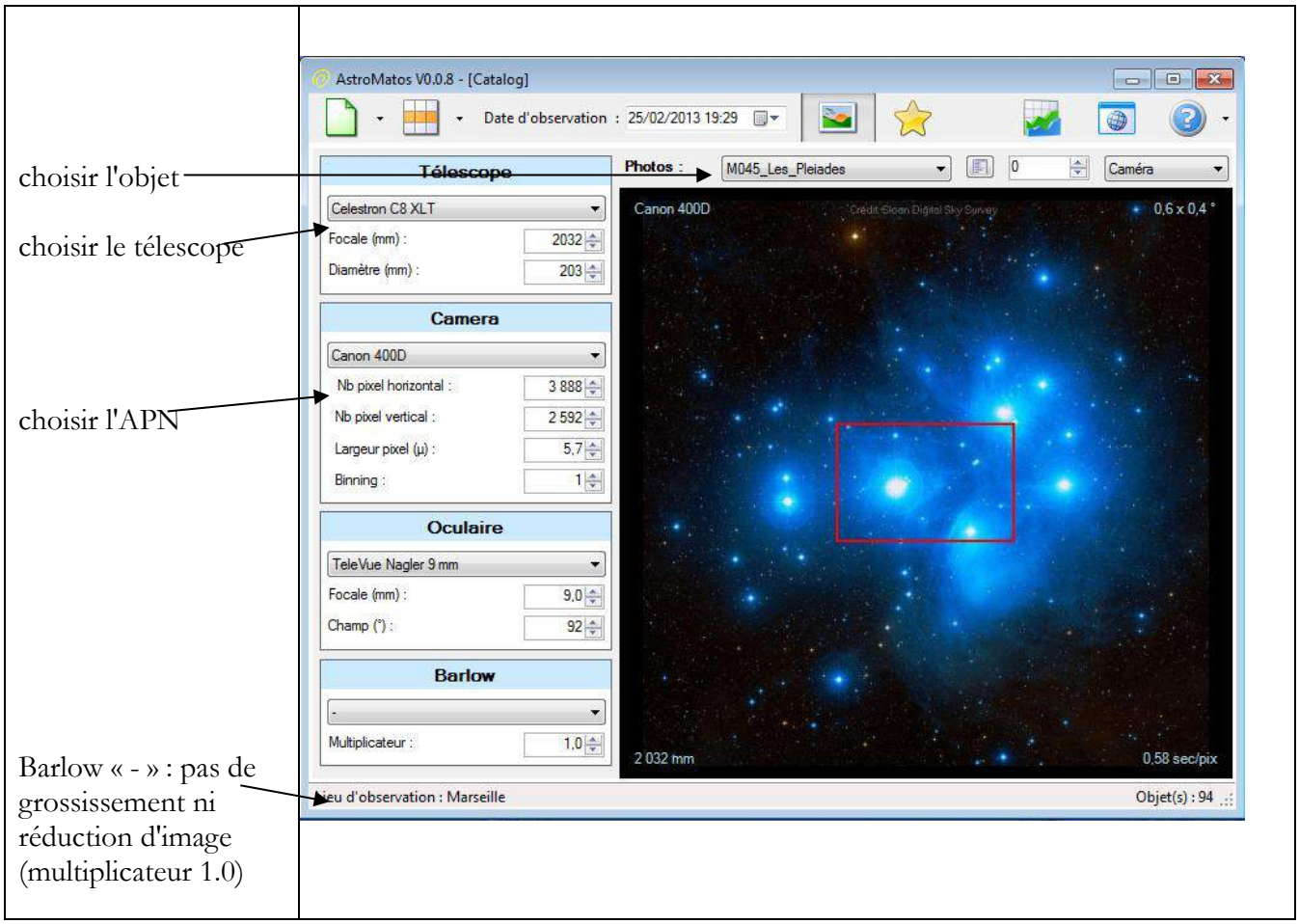
[21] PLU : Plage de lumière uniforme (voir plus loin *« traitement des images »)*



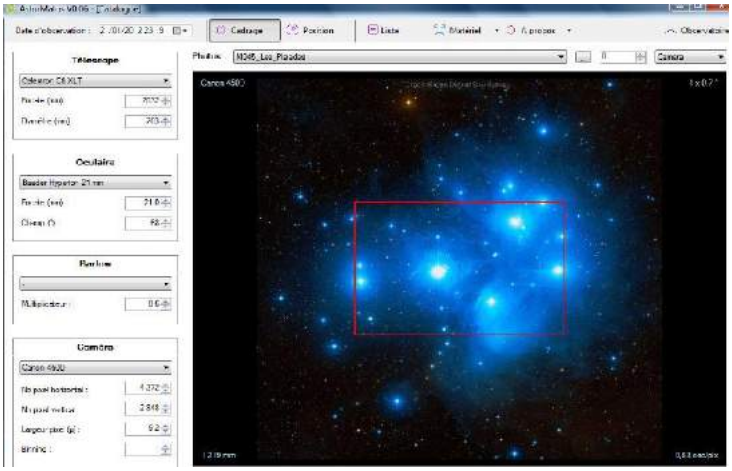
b) Selon l'équipement

Le champ obtenu sur l'image dépend de l'instrument d'observation et de l'APN.
Pour savoir si l'objet à photographier apparaîtra en entier, on utilise le logiciel « Astromatos ».
Cette application permet de sélectionner les objets accessibles à l'instrument.

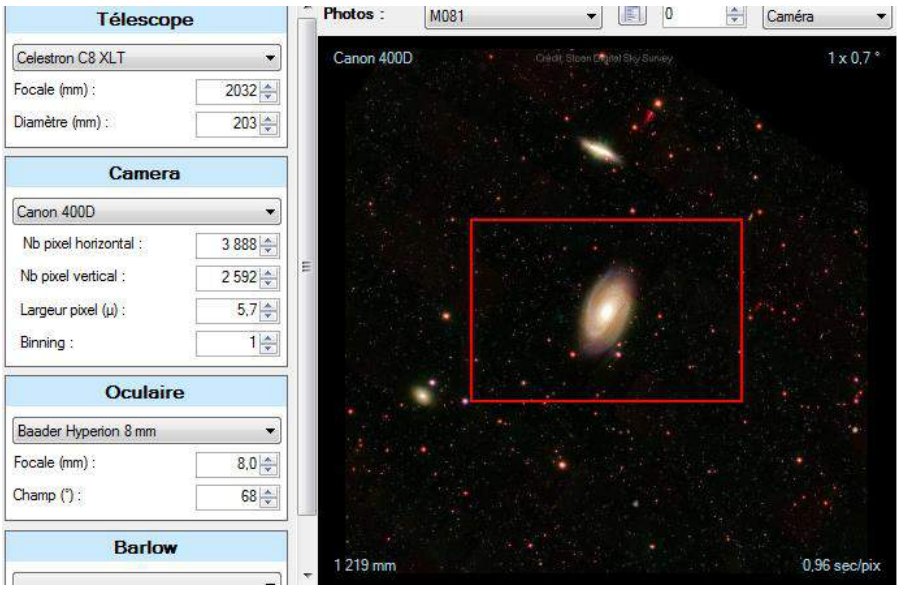
Cas d'un objet trop étendu : L'amas ouvert M45 « Les Pléïades » :

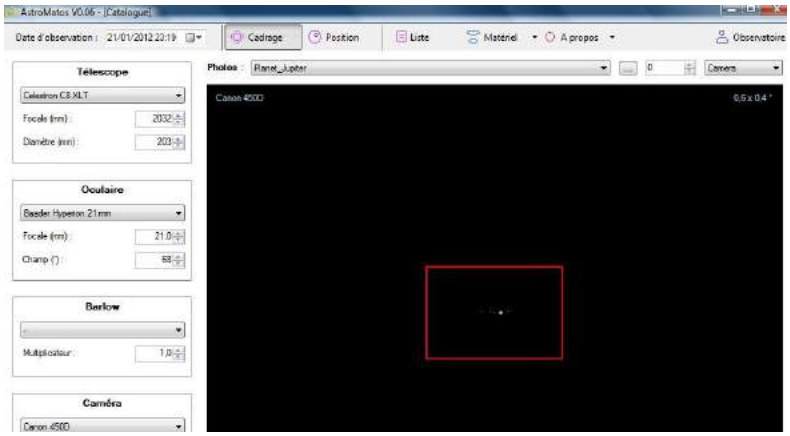


On voit que **le champ obtenu est trop petit**, on peut l'augmenter avec le **réducteur de focale de 0.6 que l'on place à la sortie du tube du C8**. On donne au multiplicateur la valeur 0.6.



Le champ est encore insuffisant, il est préférable d'opter pour un instrument ayant une focale plus courte.

Cas d'un objet convenable : La galaxie M81 On peut penser que le réducteur de focale est inutile mais il permet de réduire le F/D, c'est un avantage lors des poses longues.	

Cas d'un objet trop petit **:** la planète Jupiter Même sans réducteur l'objet est trop petit, l'APN n'est pas adapté à la photo planétaire, ou bien il faut augmenter considérablement la focale. De façon général il est indiqué d'utiliser une caméra vidéo pour obtenir des images planétaire. Mais là, c'est une autre histoire.	

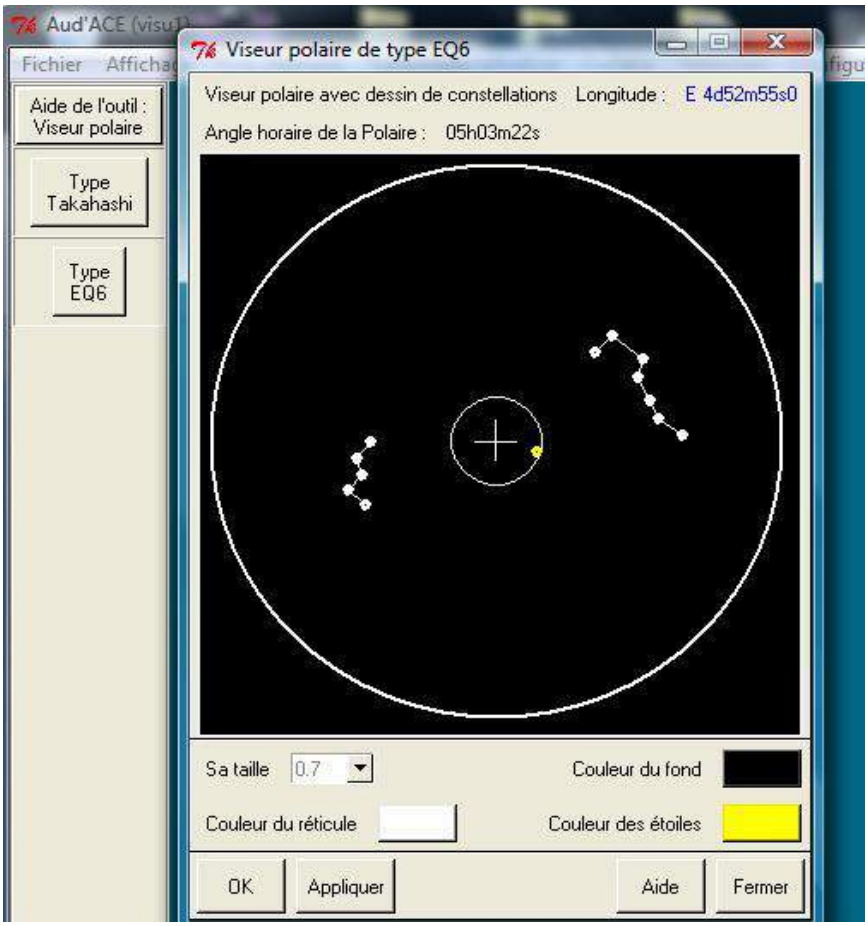
Conclusion

- pour une lunette (grand champ) : M45, M42, M35, NGC 2237+2239
- pour un SC et une focale de 1300mm : M42, M46, IC434, NGC884, M33, M65+M66

2- Installation et réglage de l'équipement

- Choisir judicieusement le lieu d'installation de l'équipement (polaire dégagée, prise électrique accessible, minimum de pollution lumineuse, sol stable)
- Positionner le pied (Nord à la boussole, horizontalité au niveau à bulle)
- Poser la monture

- Alignement de la polaire (s'aider du viseur polaire dans Audela : onglet Télescope/viseur polaire/type EQ6). Prendre garde aux déplacements intempestifs du trépied.



- Poser le tube sur la monture, le chercheur sur le tube et le réducteur de focale à la sortie du tube. Puis la résistance chauffante autour de la lame à l'entrée du tube.
- Aligner ou vérifier l'alignement du chercheur avec le tube
- Munir l'APN de la bague T, du convertisseur 2"et du câble USB et fixer le tout FERMEMENT au tube

- brancher le câble USB à l'ordinateur

-> ATTENTION : ne pas tourner l'APN pendant les prises de vues ! (si les images tournent au cours des prises de vues il sera impossible d'effectuer le traitement)

- équilibrer l'ensemble télescope + APN
- positionner en parking

- brancher raquette + résistance chauffante et alimenter le tout

-> Prévoyez une prise multiple allume-cigare si plusieurs appareils fonctionnent sur allume-cigare

- effectuer les réglages de la raquette (date, heure, décale par rapport au temps universel TU, coordonnées GPS
- mettre l'APN en marche en position manuelle « M »

3- Acquisition des images

4- Traitement des images

Les différentes étapes du traitement

- Préparation des images
- Configuration du logiciel (Iris 5.59)
- Conversion des images
- Production des images de correction
- Traitement des images brutes
- Alignement des images
- Addition des images
- Amélioration du rendu et comparaison avec la littérature

Bibliographie et références :

- Astrophotographie de Thierry Legault
- …

Sujets connexes :

- Météo : bulletin météo sur le site « Calsky » : www.calsky.com
- Suivi d'étoiles variables doubles

Tutoriel Astromatos

Introduction :

Astromatos est un logiciel gratuit permettant d'anticiper le champ photographié ou visible au télescope, de connaitre l'heure et la date la plus favorable pour voir un objet. Il est donc très utile pour préparer ses nuits d'observations.

Site de téléchargement : http://www.gentibus.com/AstroMatos/Fr/telechargement.html

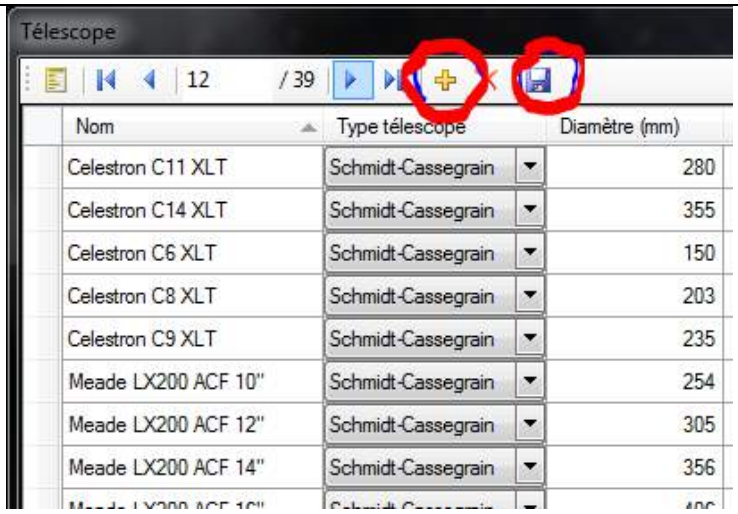
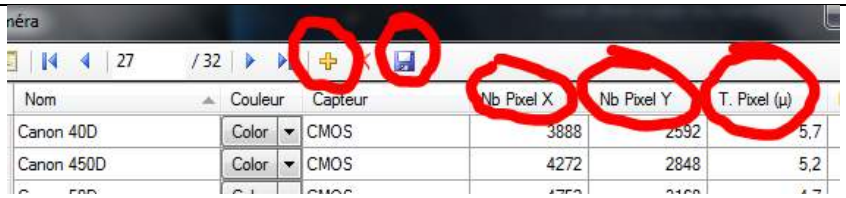
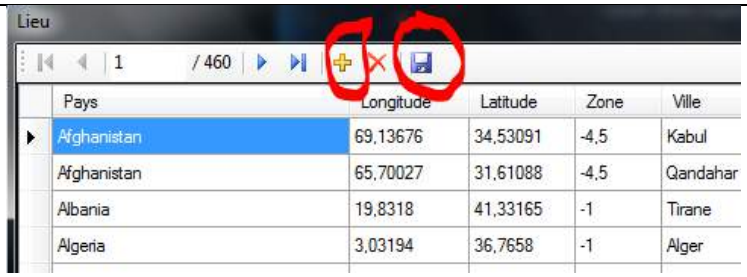
Plan de la fiche :

ETAPE 1 : Paramétrer le logiciel : Quel matériel, quel lieu d'observation, quelle caméra ?

Etape 2 : Quel champ photographié ou visible ?

Etape 3 : Préparer une nuit d'observation.

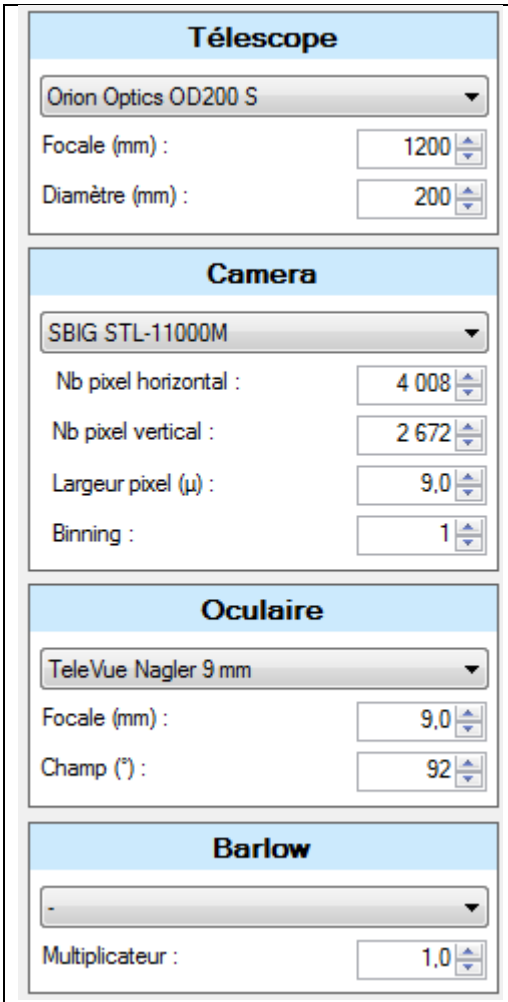
ETAPE 1 : Paramétrer le logiciel :

Cette icône permet de configurer le logiciel	
Configurer le télescope : Si votre télescope ou lunette n'est pas présente dans la liste, vous pouvez vous-même l'ajouter en cliquant sur l'icône + Entrer les caractéristiques de votre appareil : les données utiles sont la distance focale et le diamètre ; le reste est sans intérêt pour les fonctionnalités du logiciel.	
Configurer sa camera Si la camera que vous utilisez n'est pas dans la liste, on peut, de la même façon, ajouter une camera dans la liste ; les paramètres utiles sont le nombre de pixels et leur taille.	
Configurer le lieu d'observation Dans le menu planetarium puis lieu	

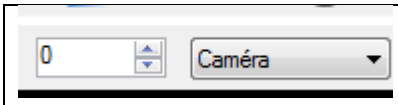
Indiquer que nous sommes dans la zone +1 mais le signe + n'est pas demandé.	

Etape 2 Lancer le logiciel pour connaitre le champ photographié ou visible à l'oculaire :

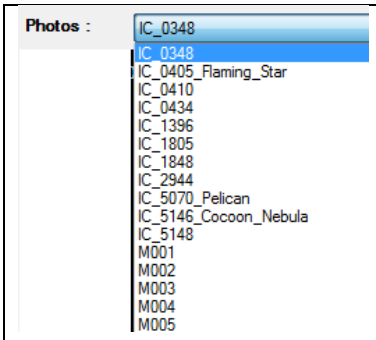
Quel matériel utilise t-on ?

	On règle une fois pour toutes le type de télescope utilisé, le type de camera (mode camera), le type d'oculaire (mode oculaire) et éventuellement les barlow ou réducteurs utilisés.

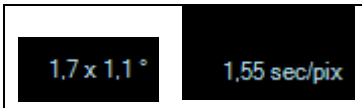
Mode camera ou mode oculaire ?

	On sélectionne le mode ici : en mode camera, le logiciel prend en compte les caractéristiques de la camera pour afficher le champ et la résolution de notre configuration matérielle. En mode oculaire, le logiciel affiche ce qui sera visible dans l'oculaire.

Quel objet est ce que je pointe ?

	On choisit dans la liste (non modifiable) les objets que l'on veut regarder.

Quel est le champ photographié, quelle est ma résolution ?

	Le champ est inscrit en haut à droite en degré. La résolution est inscrite en bas à droite en seconde d'angle par pixel de camera. Information : La lune a une taille apparente dans le ciel d'un demi-degré. En ciel profond, la résolution doit être de 2 à 3 secondes d'arc par pixel ; une valeur inférieure ne donnera rien de mieux car la turbulence est généralement de l'ordre de 2 à 3 secondes d'angle.

Un exemple concret : Je dispose du C8 astro à l'école, d'une CCD (atik 314 L+) et je souhaite photographier la galaxie des chiens de chasse (M51).

Après paramétrage du logiciel j'obtiens ceci :

	Le cadrage est serré ;)

	Avec la fenêtre cadrage je peux tourner ma camera de 90° ce qui donne le résultat ci contre.

Les paramètres sont les suivants :

Champ : 0.3 x0.2 ° et résolution : 0.65 secondes d'angle par pixel.Ma résolution est bien trop grande et mon champ est un peu étroit.

Si j'ajoute le réducteur de focale 0.6, mon champ va augmenter et ma résolution diminuer.

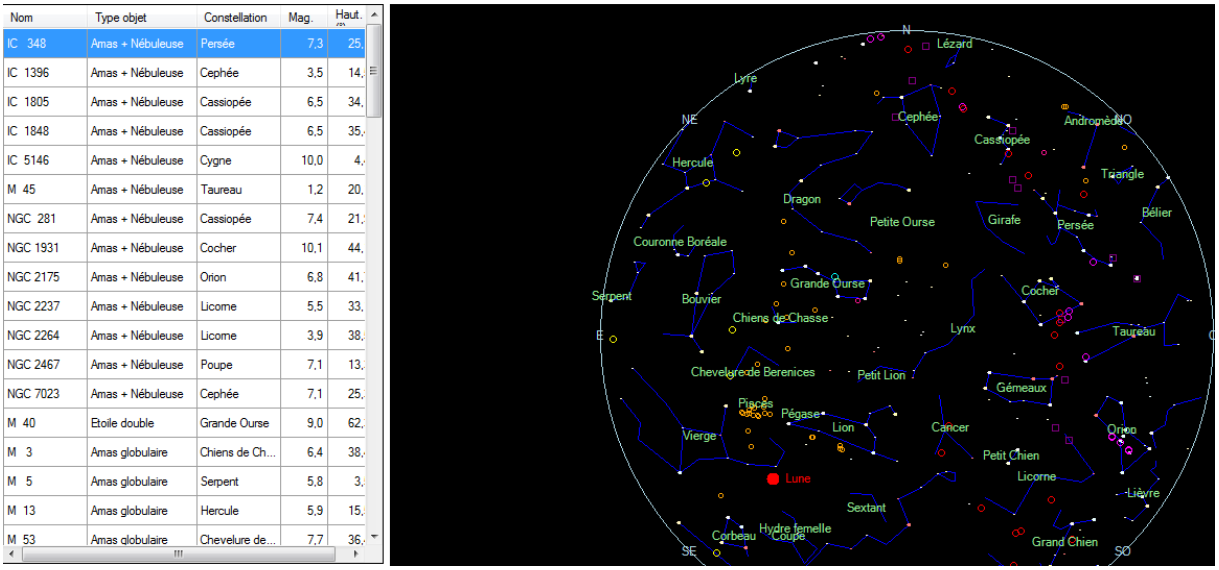
	1.09 secondes d'angle par pixel. C'est déjà mieux. Mais on peut encore mieux faire.
	En demandant à faire du binning 2x2 je diminue encore ma résolution et, très utile, j'augmente par 4 la sensibilité de la camera. Je pourrai donc poser moins longtemps. Gain de temps sans perte de qualité !! Résolution : 2.18 sec/pixel

Etape 3 : Utiliser le logiciel en mode planetarium : préparer sa nuit d'observation :

Attention : Il faut bien veiller avant à paramétrer correctement le lieu d'observation.

L'icône carte du ciel permet de savoir rapidement quel type d'objet est visible à une date et une heure donnée.

Pour régler le logiciel selon mes désirs : je modifie date, heure et je vérifie que le logiciel indique bien le lieu de mon observatoire. J'otiens finalement l'image suivante :

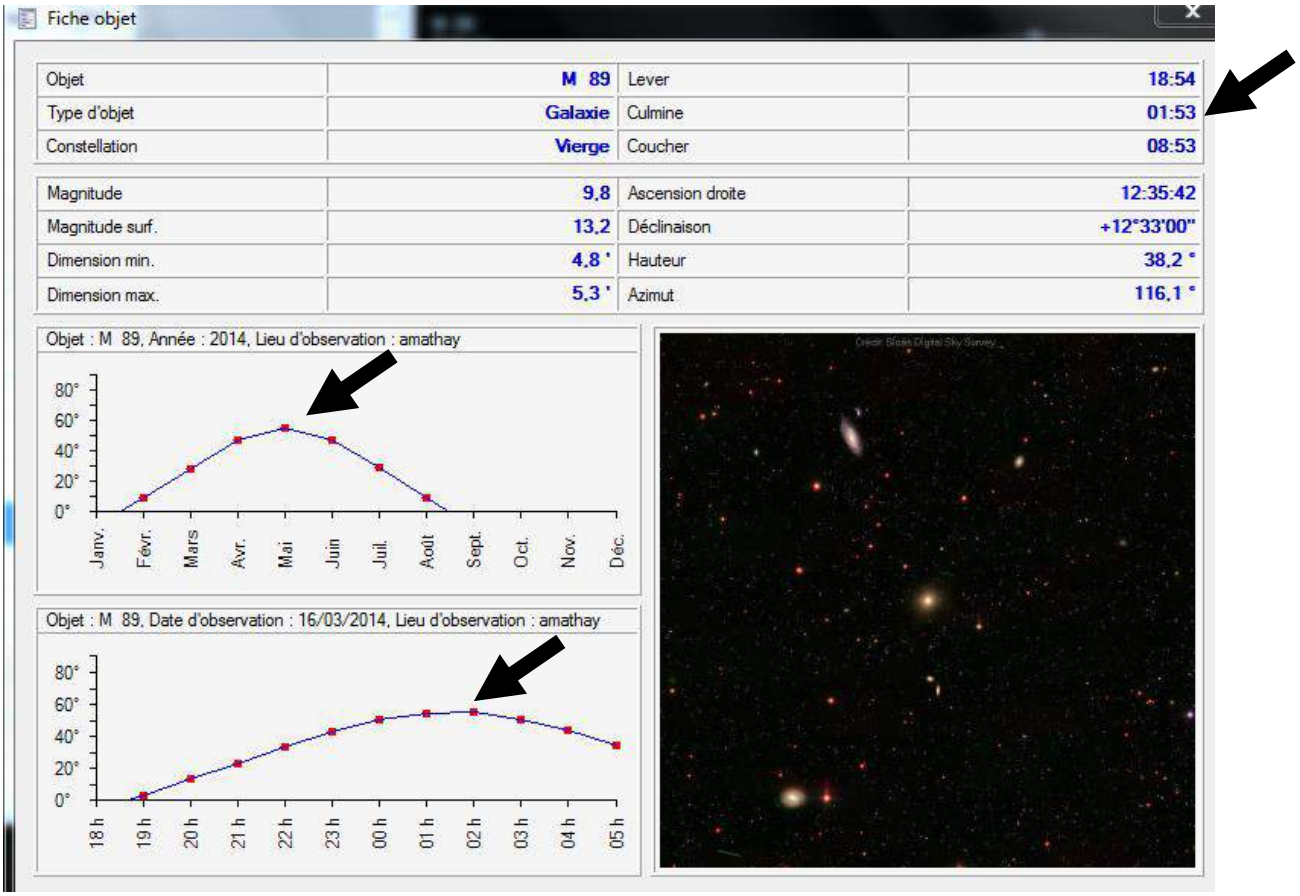


Nom	Type objet	Constellation	Mag.	Haut.
IC 348	Amas + Nébuleuse	Persée	7,3	25.
IC 1396	Amas + Nébuleuse	Cephée	3,5	14.
IC 1805	Amas + Nébuleuse	Cassiopée	6,5	34.
IC 1848	Amas + Nébuleuse	Cassiopée	6,5	35.
IC 5146	Amas + Nébuleuse	Cygne	10,0	4.
M 45	Amas + Nébuleuse	Taureau	1,2	20.
NGC 281	Amas + Nébuleuse	Cassiopée	7,4	21.
NGC 1931	Amas + Nébuleuse	Cocher	10,1	44.
NGC 2175	Amas + Nébuleuse	Orion	6,8	41.
NGC 2237	Amas + Nébuleuse	Licorne	5,5	33.
NGC 2264	Amas + Nébuleuse	Licorne	3,9	38.
NGC 2467	Amas + Nébuleuse	Poupe	7,1	13.
NGC 7023	Amas + Nébuleuse	Cephée	7,1	25.
M 40	Etoile double	Grande Ourse	9,0	62.
M 3	Amas globulaire	Chiens de Ch...	6,4	38.
M 5	Amas globulaire	Serpent	5,8	3.
M 13	Amas globulaire	Hercule	5,9	15.
M 53	Amas globulaire	Chevelure de...	7,7	36.

La liste des objets visible s'affiche ; ils sont classés par type d'objet mais en cliquant sur l'en tête des colonnes, je peux faire un classement par hauteur dans le ciel (par rapport à l'horizon) ou par constellation…

Dès que je clique sur un objet, il s'affiche sur la carte sous forme d'une cible

Si je clique 2 fois sur un objet j'ai accès à des informations très utiles. Voici un exemple :



Dans l'exemple ci-dessous, M89 culmine à 01h53 (plein sud et le plus haut) :j'envisage donc de l'observer quelques heures avant et après cette date.

Le graphe du haut m'indique qu'à l'heure que j'ai demandée, elle sera au plus haut dans le ciel en mai.

Le graphe du bas m'indique que pour la nuit que j'ai demandée, elle sera au plus haut dans le ciel vers 02h (01h53 exactement) et qu'elle culmine à 60°. Une bonne observation est possible au-delà de 20°…donc la nuit s'annonce bien pour cet objet.

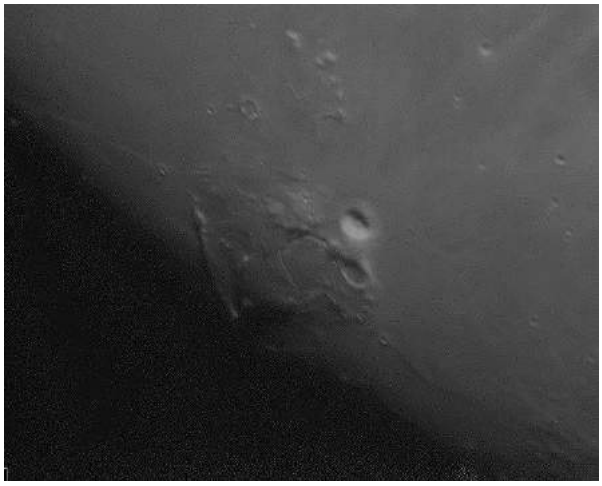
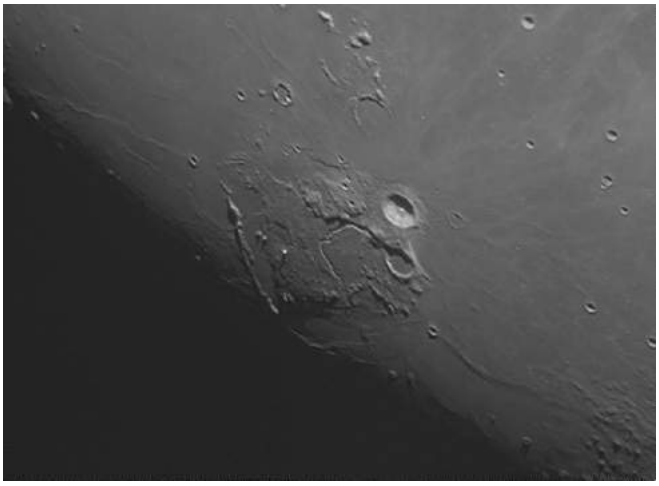
Pour conclure : Cet objet est visible (et photographiable) depuis 21h/22h jusqu'à 06 heures du matin….il sera, pour ces dates, toujours au-delà de 20° au dessus de l'horizon.

La carte du ciel indique que la lune sera présente, elle sera quasi pleine et proche de l'objet…ce qui rendra l'observation difficile.

Tutoriel Collimation

Introduction:

La collimation consiste en l'alignement du miroir primaire et secondaire du télescope; cette opération est nécessaire pour obtenir le meilleur de l'instrument...elle est obligatoire ou fortement recommandée chaque fois que l'on déplace le matériel..elle est très importante d'autant plus sur un télescope de type C8. Avec l'habitude, elle prend une dizaine de minutes.

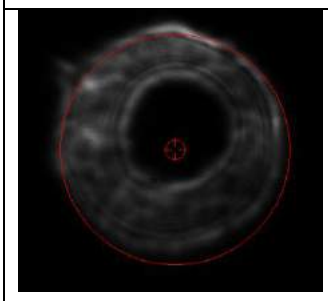
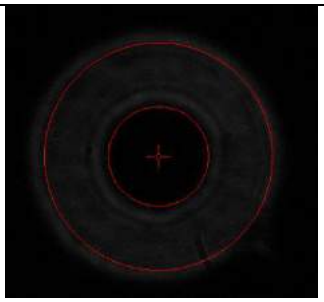
Image C8 décollimaté	La même image quelques minutes plus tard après collimation
	

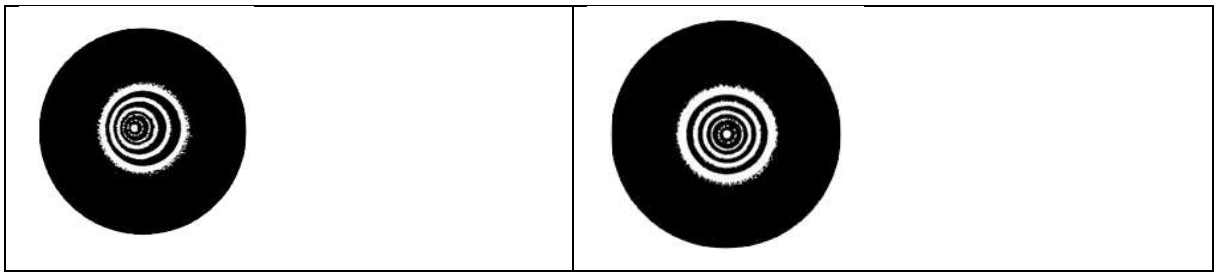
La méthode la plus efficace est visuelle; elle consiste à pointer une étoile de magnitude 2 à 4 très haute dans le ciel (de façon à minimiser la turbulence). On grossit 2 fois le diamètre de l'instrument (au minimum) soit 400 fois avec le C8.

PARTIE 1: Estimer la collimation de son télescope:

On pointe et centre l'étoile SANS renvoi coudé et l'on défocalise celle ci.

On obtient un cercle noir (le miroir secondaire) entouré d'un anneau lumineux (le primaire). Sur ces 2 images, les cercles en surimpression rouge sont réalisées à l'aide du logiciel **Als collimation**.

Décollimation improtante	Collimation correcte mais encore grossière
	



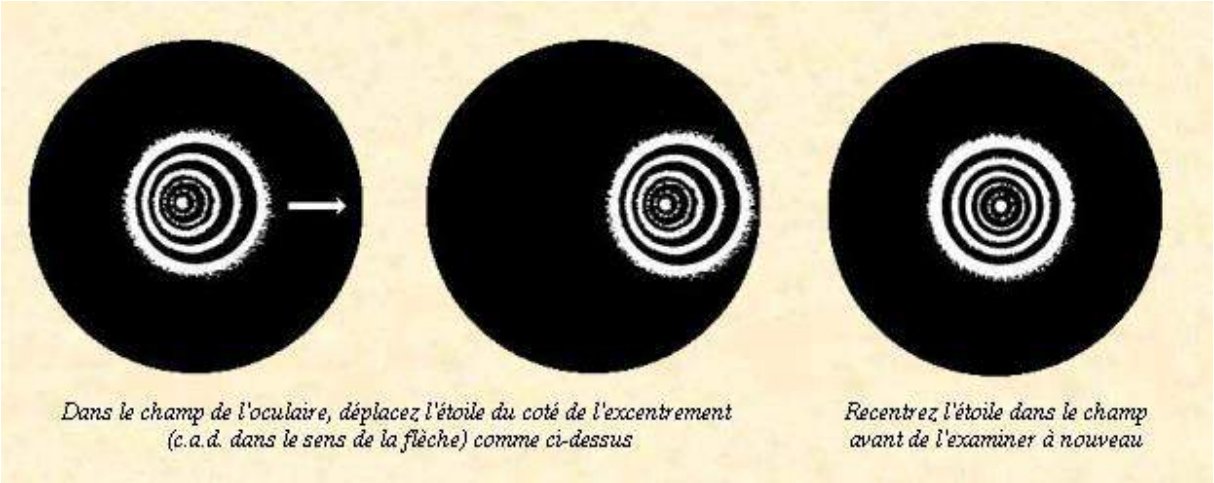
PARTIE 2: Collimater le télescope : Elle se déroule en 2 étapes:

Etape 1: On vise une étoile et on défocalise.

Le but est d'obtenir un cercle noir concentrique avec l'anneau périphérique. La turbulence rend parfois les choses complexe c'est pourquoi un petit logiciel. (als collimation téléchargeable sur le site) facilite un peu la tâche..Ce logiciel permet d'obtenir en calque une série de 3 cercles concentriques de taille paramétrable.

Pour permettre le centrage il suffit de tourner les vis du miroir secondaire...cette photo montre un C8 astro à l'école équipé de vis spéciales permettant de tourner ces vis à la main.(Vis Bob's Knobs pour Celestron).

Il suffit ensuite de déplacer l'étoile, par rapport au champ de l'oculaire, dans le sens de l'excentration (c'est à dire dans le sens de la flèche sur les figures ci-dessous)



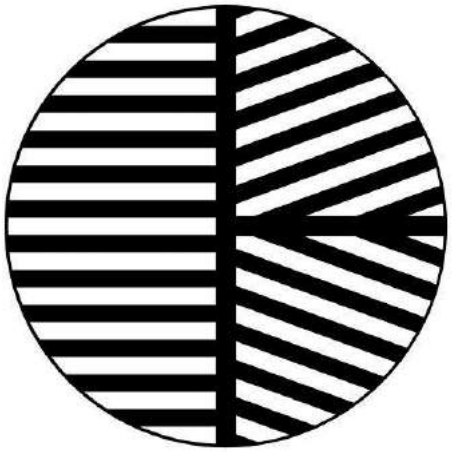
On répète ces opérations jusqu'à obtenir les images de collimation parfaites .

Etape 2: : Collimation finale avec une étoile focalisée:

Grossissement = 2x le diamètre de l'instrument soit 400x pour le C8

On fait une mise au point la plus précise sur une étoile. Pour cela, un masque de bahtinov (disponible chez les revendeurs)peut être utile de façon à être certain d'avoir une bonne mise au point.

L'étoile est observée avec une longue focale (grossissement



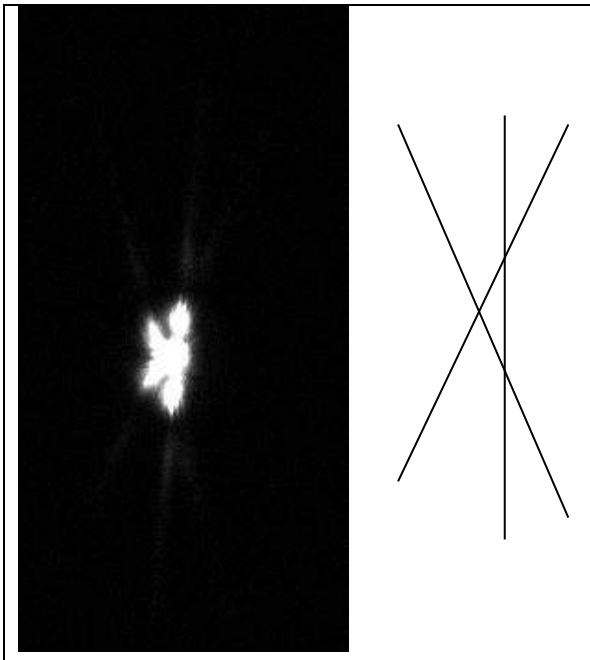


Image avec le masque avec une mauvaise mise au point

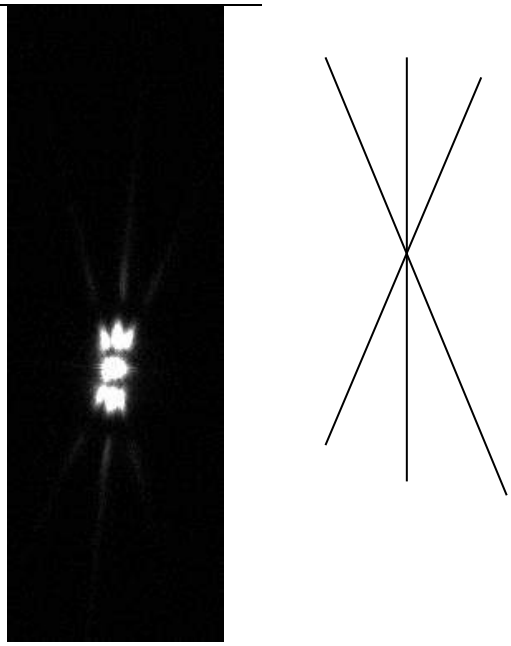
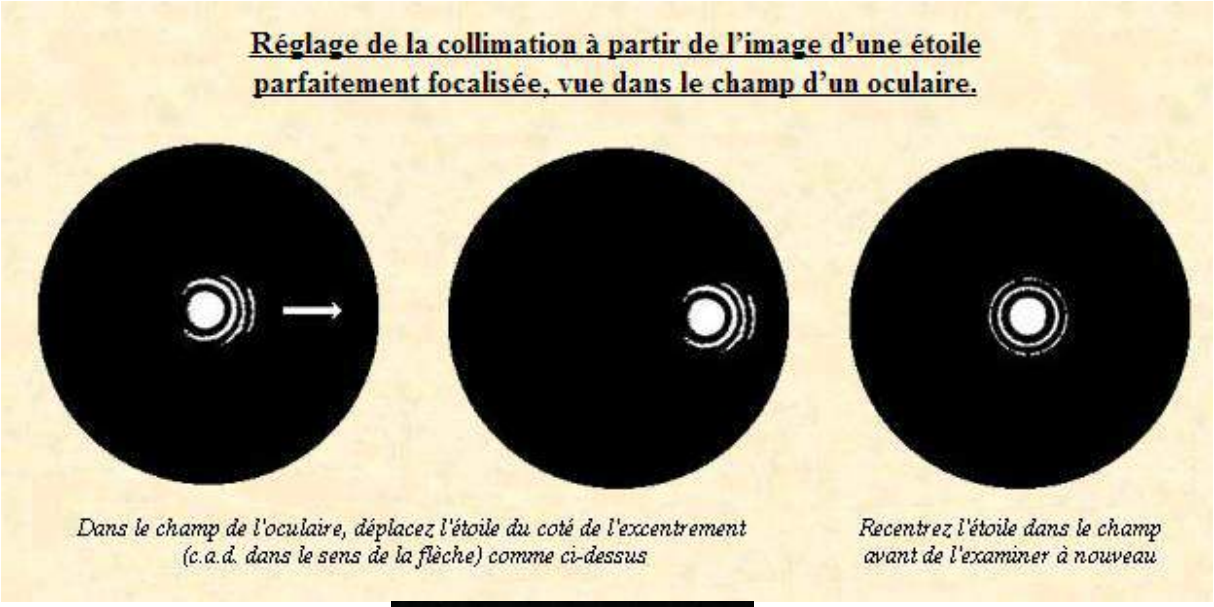


Image avec une bonne mise au point

Ensuite, on regarde en détail l'étoile et l'on fait en sorte d'avoir une série de petits cercles concentriques autour de l'étoile.



Photos : astro à l'école

Illustrations: http://www.astrosurf.com/therin/a_collim.htm

Tutoriel Trichotomie

Introduction: Astro à l'école propose pour certains enseignants une camera CCD atik 314L+ avec une roue à filtre et des filtres R G B. (ou d'autres filtres à bande passante étroite comme S, H O par exemple). On peut, à l'aide de ce matériel, réaliser des images couleurs à partir des 3 images prises respectivement dans les 3 longueurs d'ondes différentes

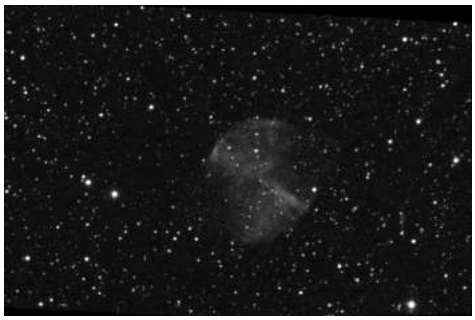
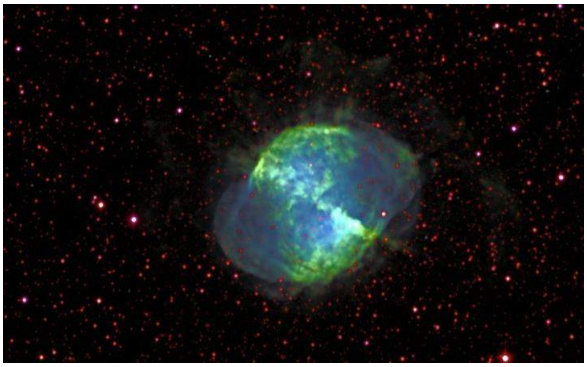
Images initiales :	Image finale
 Image prise avec le filtre soufre 	Image composite SHO (S= rouge H = vert O = bleu) 

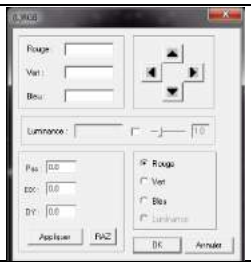
Image filtre oxygène Image filtre Halpha	

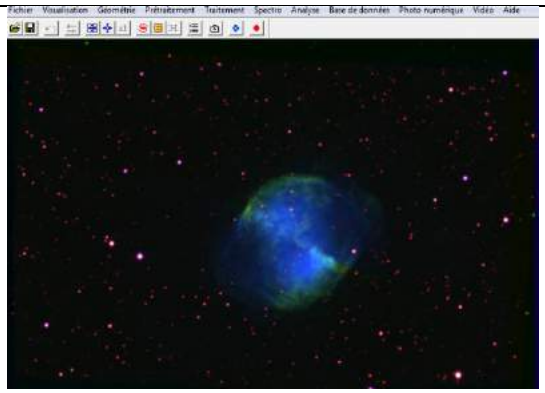
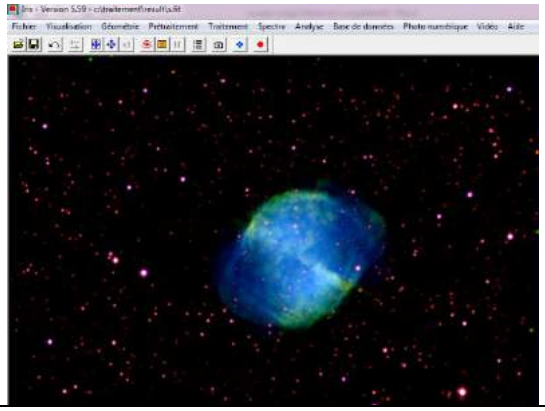
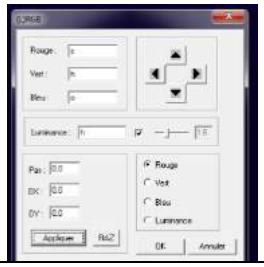
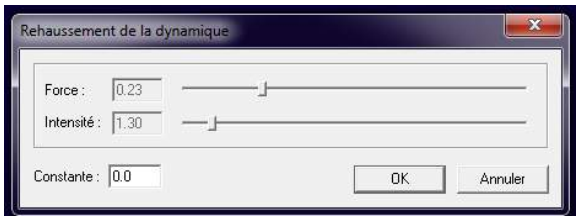
Matériel nécessaire :

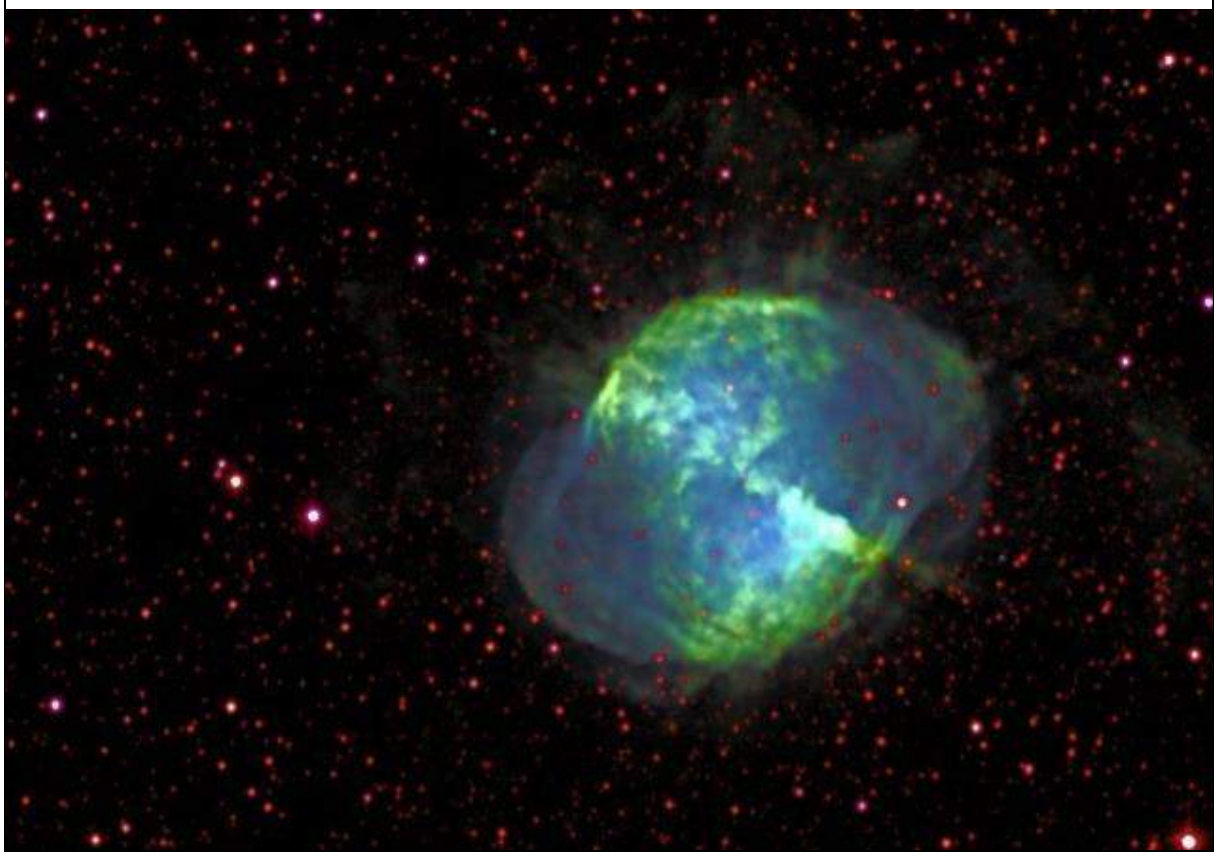
Camera CCD ,roue à filtre, filtres.

Logiciel iris http://www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm

Compétences requises : Savoir réaliser et prétraiter des images astro . Savoir utiliser le matériel astro à l'école (camera, télescope…).

1 Lancer Iris ; paramétrer le logiciel de façon à ce qu'ils travaille dans le bon dossier avec le bon format d'image. « Fichie » puis « règlage » Ici le dossier image est dans c:\traitement\result L'extension image est FIT	
2 Ouvrir les 3 images en même temps. Puis choisir le menu « visualisation « LRGB »	
3 Inscrire les noms des images. On aura pris soin de recaler ces 3 images auparavant.Sinon on peut, à l'aide des flèches (en inscrivant auparavant une valeur de déplacement nommée pas) ,déplacer les images pour qu'elles se superposent au mieux. Penser à cliquer sur « appliquer »	

	
4 Il reste à affiner l'affichage en appliquant un logarithme par exemple : « visualisation » puis « logarithme ».	
5 On peut également renforcer la couche qui nous plait (ici c'est la couche Halpha qui montre des détails). On réalise à nouveau l'étape 2 et 3 mais on ajoute la couche luminance en lui appliquant une « force ».	
6 L'image finale est améliorée en rehaussant la dynamique (« visualisation » puis « rehausser » On peut aussi travailler sur la balance des couleurs….	



Tutoriel Avistack

Introduction : Il existe plusieurs logiciels de traitement des vidéos (registax, avistack). Le logiciel avistack est très performant et très simple d'utilisation. Il peut même être entièrement automatisé.

Source : Ce logiciel gratuit est disponible ici : http://www.avistack.de/download.html

Tutoriel détaillé :
http://perso.magic.fr/marc.patry/divers/Avistack/Tutoriel_Avistack.pdf

Utilisation du logiciel :

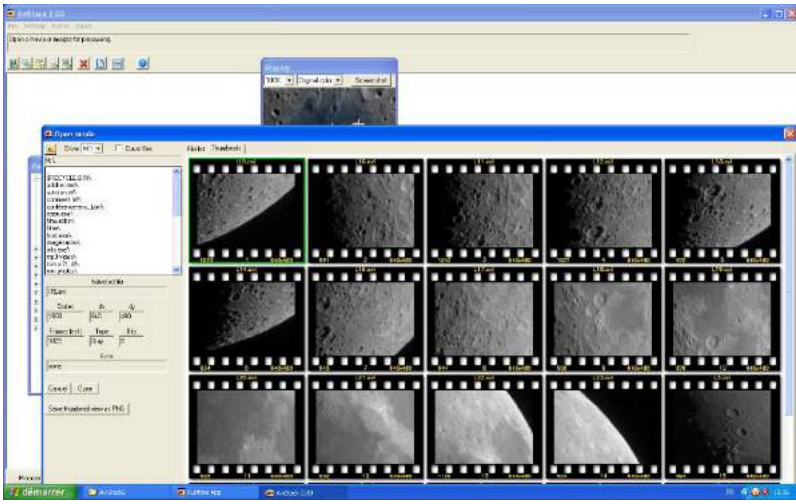
Lors de l'acquisition, on choisira le bon codec lisible par avistak.(Y800-codec par exemple).

Lancer avistack

« Load movie » Cliquer sur « Thumbails » pour voir les vignettes des différents films

Double cliquer sur le film à traiter

Cliquer enfin en bas sur « proceed film ». Le logiciel « scanne » le film.

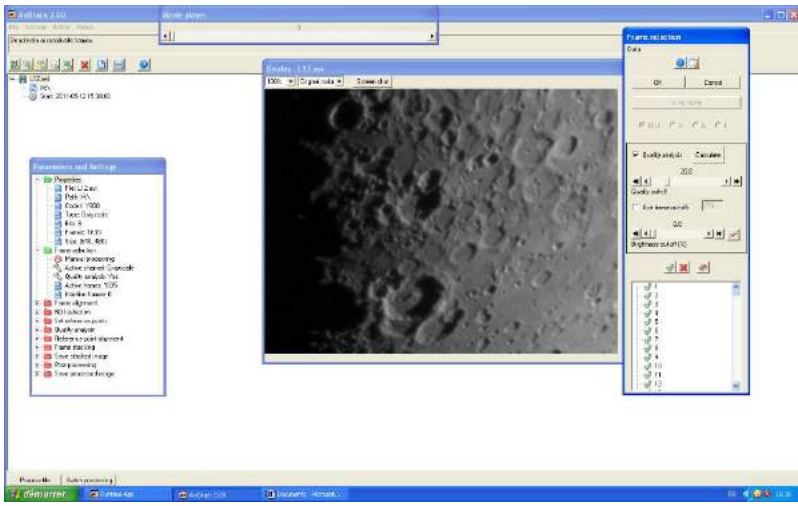


Glisser le curseur en haut de façon à choisir une bonne image de référence c'est à dire celle qui vous parait la plus nette.

Cocher la case à droite « quality analysis » et règler sur le % d'image à garder (20% par exemple)

Cliquer ensuite sur calculate

Le logiciel calcule grossièrement les 20% meilleures images

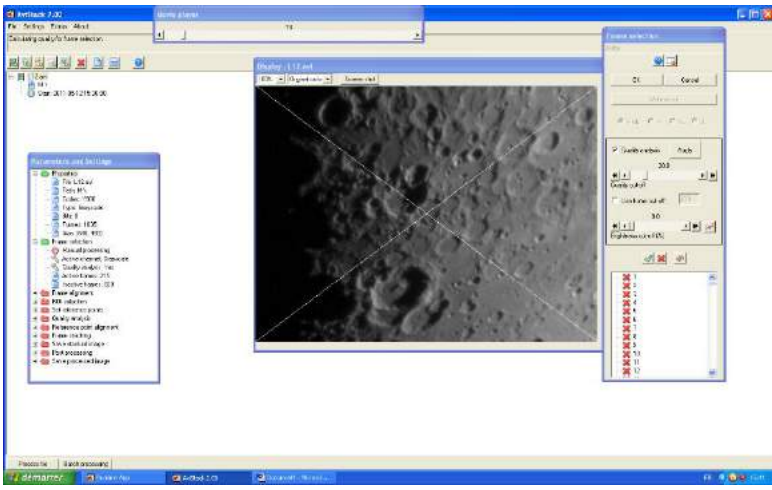


Les images avec une croix rouge sont éliminées et celles en vert sont gardées.

Vérifier qu'il reste bien quelques images ...sinon refaire l'étape en étant moins sélectif.

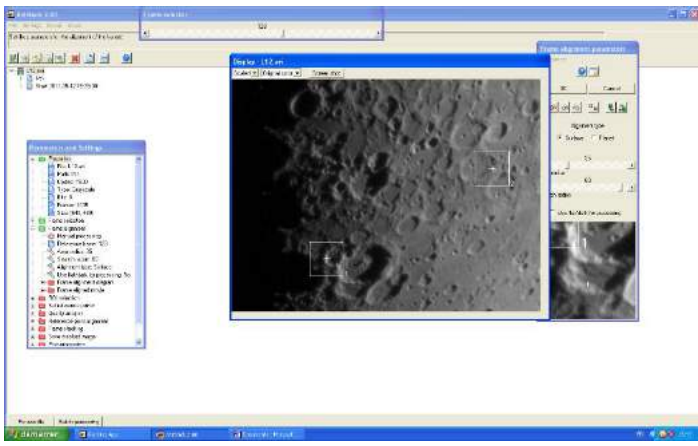
On valide sur OK (on peut modifier au besoin)

On constate que le logiciel retient 128 images (c'est écrit tout en haut de l'écran dans l'ascenseur de défilement)



On doit indiquer au logiciel des points stratégiques pour aligner correctement les images (cratères…) On peut choisir la taille de la zone de calcul avec « area radius »

L'idéal est de choisir de petit cratères ou impacts bien visibles.

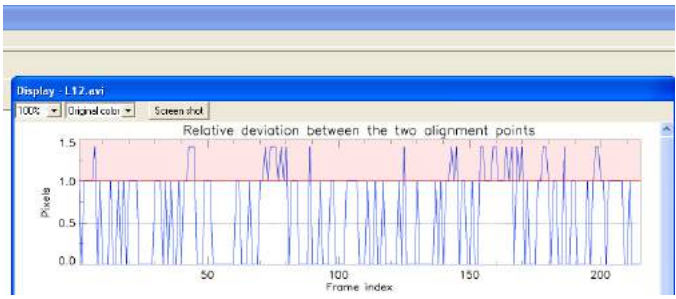


On clique gauche pour placer le point 1 et clic droit pour placer le point 2

On indique ici s'il s'agit d'une planète ou d'une surface (lune)

On clique sur OK

Le graphique indique le déplacement relatif des images ; ici, j'ai éliminées les images qui se déplacent de plus d'un pixel. Ce n'est pas utile de le faire systématiquement

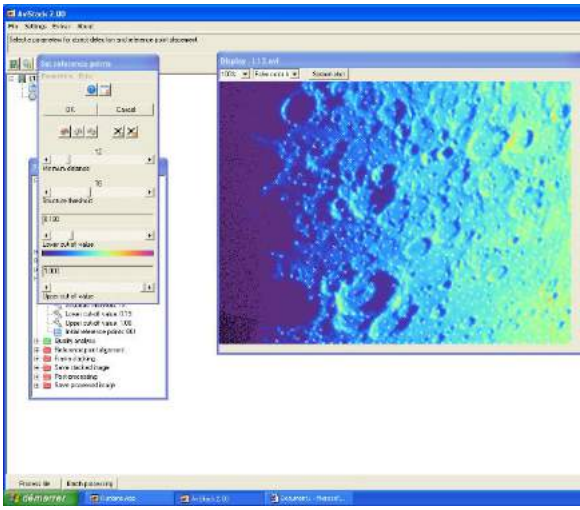


On clique OK

Puis encore OK pour « alignement frame movies » On confirme ainsi au logiciel qu'il peut aligner les images

La commande ROI n'est pas utilisée (on clique OK)

Voici la fonction la plus importante du logiciel : Chaque croix est un point de calcul d'alignement fin de l'image. On peut (en bougeant minimum distance) resserrer ou éloigner ces points.



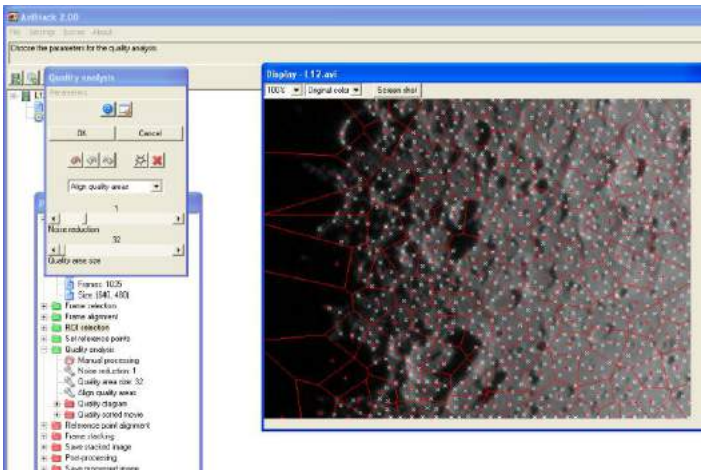
Avec lower et upper cutt of, on élimine les points qui sont dans le ciel, ou sur la zone noire de la lune car c'est sans intérêt et cela ralentit les calculs.

Les zones noires sont des zones ignorées par le logiciel ; ce sont des zones surexposées ou sous exposées. On les fait apparaître en cliquant droit dessus

Cliquer sur la zone sombre de la lune pour comprendre.

Lorsque l'on est satisfait, on clique OK

Les secteurs en rouge sont les zones sur lesquelles la qualité va être calculée finement. On peut éliminer une zone en cliquant 2 fois rapidement sur la croix rouge (on fait cela sur les zones sombres). On peut augmenter le maillage avec le curseur



Ensuite OK à chaque fois

Au bout de longs calculs, l'image se reconstruit

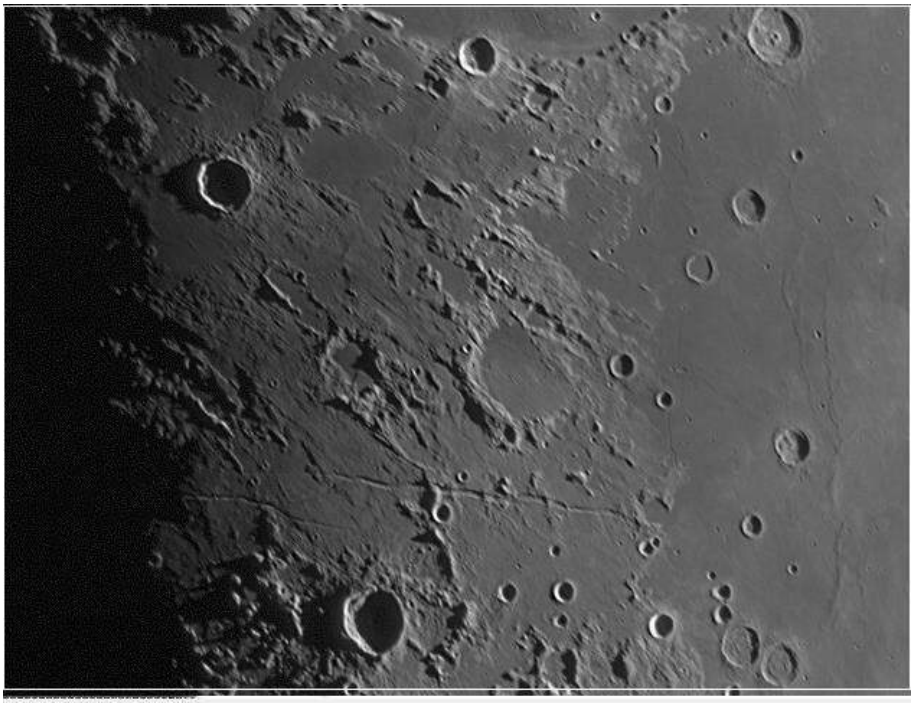
Lorsque l'image est reconstituée, on va dans le menu de gauche postprocessing

On bouge les curseurs (ceux du bas) de façon à amplifier les détails de l'image

Ensuite on sauve l'image que l'on retravaille éventuellement sous photofiltre

Avant traitement

Après traitement



Mise en station HEQ5- EQ6

Introduction : Un bon pointage, un bon suivi nécessitent une mise en station précise. Cette opération indispensable nécessite quelques minutes lorsque la méthode est bien connue. Les montures astro à l'école dispose d'un viseur polaire qui, quoique n'étant pas le meilleur au monde, permet de mettre la monture en station très précisément.

Nous aborderons la mise en station pour les 2 montures astro à l'école disposant d'un viseur polaire.

Etape 1 : Vérifier le bon alignement du viseur polaire dans l'axe de la monture :

(durée : 10mn)

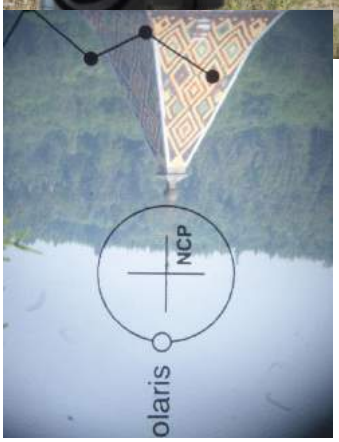
Contrairement aux viseurs polaires haut de gamme, les viseurs des Q5 et Q6 sont souvent mal alignés dans leur logement. Il faut passer quelques minutes (une fois pour toute) pour vérifier et, au besoin, corriger cet alignement.

Matériel : Une petite clé Allen

Durée : quelques minutes à faire une bonne fois pour toutes.

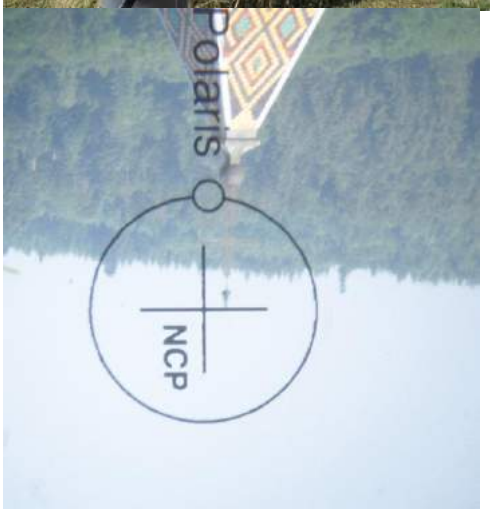
1 Incliner la monture de façon à pouvoir viser un objet fixe (une antenne, un clocher…). Pour cela, dévisser la vis d'inclinaison de la monture coté viseur polaire.

2 Viser le repère fixe.



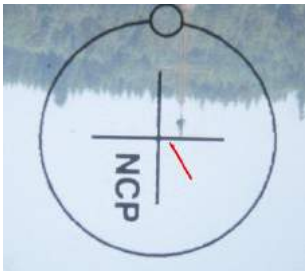
3 Le coq est placé exactement sur la croix qui symbolise l'axe de la monture.

4 Faire pivoter de 180° la monture.

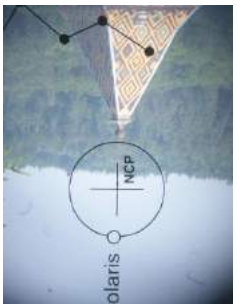


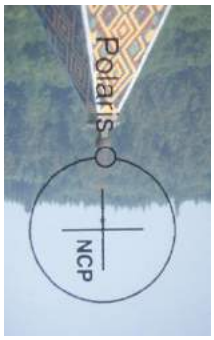
5 L'axe du viseur polaire s'est décalé vers la gauche…cela prouve que l'axe de la monture et l'axe du viseur plaire ne sont pas exactement alignés.

6 Utiliser les vis de maintien du viseur polaire pour ramener la croix **sur la moitié de la distance** séparant « croix coq ».



7 En répétant les opérations 1 à 5 vous devez constater que la croix ne se déplace par rapport au repère du clocher.

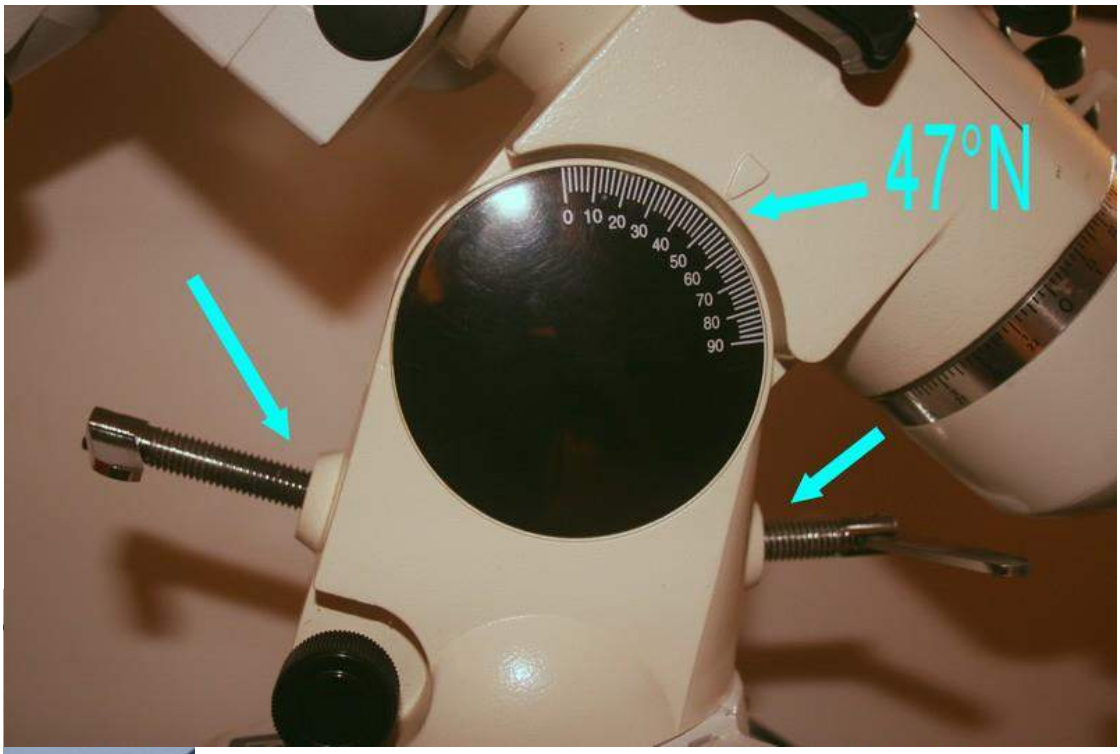




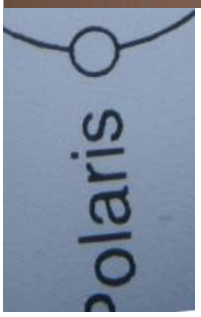
Etape 2 : Placer le repère de l'étoile polaire en position verticale : (durée 2 minutes)

Le repère dans lequel devra se trouver l'étoile polaire correspond au petit cercle Polaris. La méthode de mise en station nécessite de placer ce repère en position verticale. La précision de cette opération conditionne la précision de la mise en station.

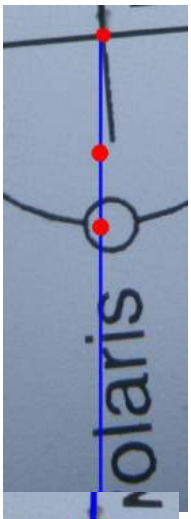
Avant toute chose, la monture est réglée à la latitude du lieu à l'aide des vis de serrage poussantes-tirantes.



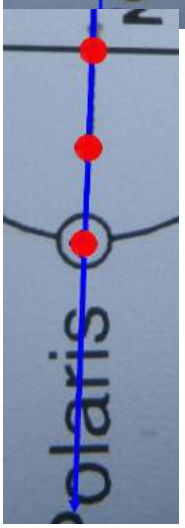
1 La monture est installée sur un sol stable et de préférence horizontal.



Mettre le repère de l'étoile polaire (le petit cercle sur l'image) à l'œil en position verticale. Placer l'étoile polaire au centre du viseur polaire. (point rouge sur l'image).



2 Avec les vis de mouvement de la monture incliner celle-ci de façon faire descendre l'étoile polaire verticalement. On constate dans l'exemple que l'étoile plaire se retrouve trop à gauche. Il faut donc corriger la verticalité en pivotant légèrement la monture en déclinaison.



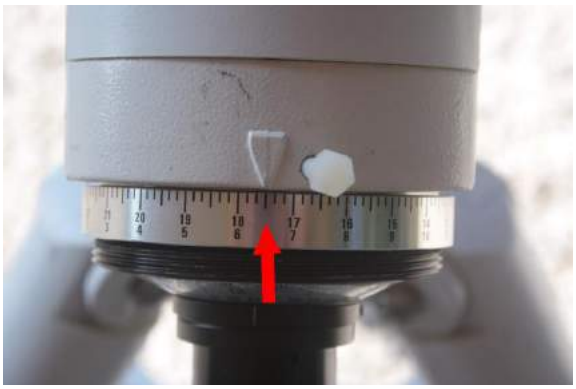
3 On répète l'opération 2 de façon à ce que l'étoile polaire se déplace de manière à se retrouver au centre du petit cercle. Notre monture est donc correctement réglée ; le repère de l'étoile polaire (le petit cercle) est parfaitement vertical.

Astuce : Si vous utilisez votre monture sur un terrain horizontal, vous pouvez à ce stade coller des repères sur la monture de façon à ne plus perdre de temps sur cette étape. Les repères permettent de retrouver instantanément la position verticale du viseur polaire.

Etape 3 : Mise en station de la monture : (durée 2 mn).

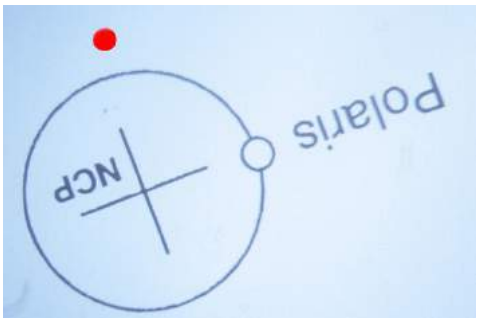
1 La monture étant en position verticale, on tourne les graduations de 'ascension droite de façon à faire coïncider le repère avec le 0. Attention, on ne tourne pas la monture mais uniquement l'échelle graduée. Pour la monture HEQ5 et EQ6 la manipulation est la même. On remarque toutefois que pour la HEQ5 les valeurs importantes sont en bas (coté viseur polaire) tandis que c'est l'inverse pour l'EQ6.**On lira donc les informations sur la graduation du bas pour la HEQ5 et la graduation du haut pour la EQ6.**

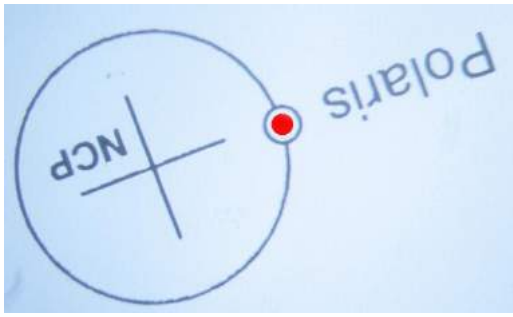
2 On récupère l'angle horaire. Cette information est disponible sur la raquette de commande pour ceux qui disposent des dernières versions du soft ; sinon, on utilise stellarium et on demande à voir l'étoile polaire. Ici on lit 06h30. L'angle horaire apparent est calculé en tenant compte de l'atmosphère ; il faut prendre l'angle horaire géométrique.



3 On tourne la monture de telle sorte que la graduation indique la valeur de l'angle horaire.

4 On regarde dans le viseur polaire ; l'étoile polaire (rouge) n'est pas dans le petit cercle…avec les vis de déplacement en hauteur et en azimut de la monture on amène l'étoile polaire dans son emplacement. Dès que c'est fait, on bloque énergiquement les différentes vis de déplacement de la





monture….la mise en station est terminée.

Quelques conseils :

La monture est sur sol plat, qui n'enfonce pas, de préférence horizontal.

La mise en station est faite avant de monter le télescope. Cela évite de déplacer de lourdes charges pour effectuer l'alignement de la polaire.

Pendant la mise en station, la monture est fixée sur son pieds mais pas bloquée ; cela facilite ses déplacements avec les vis en azimut. A la fin de la mise en station, on bloque énergiquement la monture sur le trépied. (Voir image ci-dessous).

Prendre soin du viseur polaire en remettant au plus vite les caches de protection.

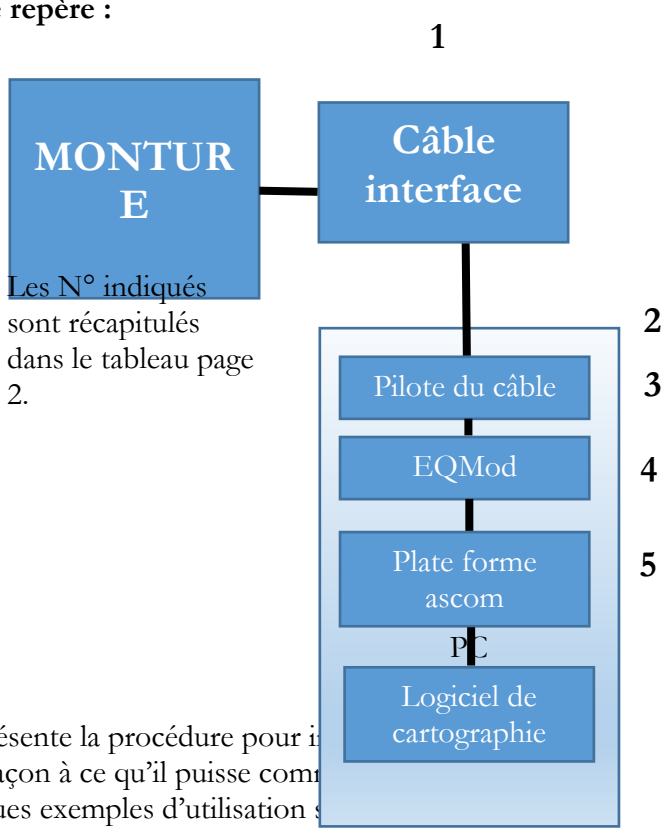
Tutoriel : pilotage de la monture par ordinateur

Introduction: La monture astro à l'école HEQ5 ou EQ6 dispose d'une raquette de commande très pratique mais qui a certaines limites ; en effet, il est indispensable de connaitre les étoiles de la base de donnée pour initialiser la monture ; de plus, les menus sont parfois difficiles à retenir pour exécuter telle ou telle fonction. Enfin, on est tenu de rester à proximité du télescope ce qui peut devenir une contrainte lors de conditions météo difficiles.

Piloter sa monture par PC offre de nombreux avantages : On peut initialiser la monture sur n'importe qu'elle étoile de l'atlas disponible dans l'ordinateur, on peut faire apparaitre des cartes de champs, comparer les données enregistrées avec les bases de données internet ; on peut également par wifi ou internet piloter à distance l'ordinateur qui reste à l'extérieur.

Monture, câble, pilotes…..quelques points de repère :

Montage type « astro à l'école » piloté par PC



Les N° indiqués sont récapitulés dans le tableau page 2.

Ce document présente la procédure pour i
l'ordinateur de façon à ce qu'il puisse com
monture. Quelques exemples d'utilisation
évoqués.

- Etape 1 : Installer le pilote du câble d'interface PC Monture :
- Etape 2 : Installer la plate form ascom :
- Etape 3 : Installer le pilote ascom de la monture :
- Etape 4 : Installer et paramétrer le logiciel de cartographie : On peut choisir parmi les plus répandus :
- Etape 5 : Paramétrer et utiliser EQMod en mode raquette virtuelle :
- Etape 6 : Paramétrer l'atlas du ciel :
- Etape 7 : Initialiser le télescope et rechercher une cible avec le logiciel de cartographie

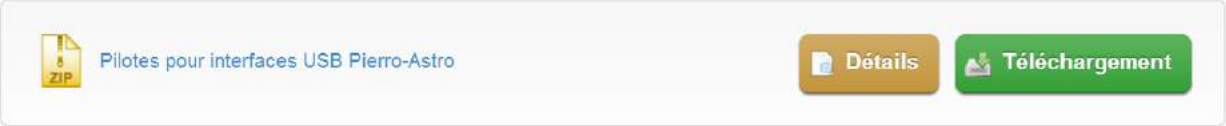
Ressources nécessaires : Les n° correspondent au schéma de la page 1

1 Documentation Pierro astro USB EQ6 direct	http://www.pierro-astro.com/telechargements/documentations-pierro-astro#
Interface de liaison USB-RS232 pour montures HEQ5 : Réf. AC0040.6 chez pierro astro	http://www.pierro-astro.com/materiel-astronomique/montures/accessoires-montures/interface-de-liaison-usb-rs232-pc-et-mac-port-usb-pour-montures-et-telescopes_detail
Interface USB-EQ6 Direct pour EQ6, N-EQ6, Orion Atlas Réf. EM0001	http://www.pierro-astro.com/materiel-astronomique/accessoires-informatiques/interface-usb-eq6-direct-pour-montures-eq6-orion-atlas_detail
2 pilote interface pierro astro USB EQ6 direct ou HEQ5 USB :	http://www.pierro-astro.com/telechargements/category/4-interfaces-pierro-astro-win-2000-xp-vista-7-8-x32-et-x64
3 Pilote eqmod pour monture heq5 et 6:	http://eq-mod.sourceforge.net/eqaindex.html Rubrique download puis eqascom puis prendre la dernière version.
Guide de démarrage rapide eqmod :	http://eq-mod.sourceforge.net/docs/french/Guide_de_d%E9marrage_rapide.pdf
EQmod utilisation de base :	http://astrolabo.com/?p=6759
EQmod utilisation avancée :	http://www.albanbernard.fr/astronomie/eqmod/eqmod_Utilisation_Avancee.pdf
4 Plateforme ascom standart :	http://ascom-standards.org/
5 Logiciel de cartographie : c2a :	http://www.astrosurf.com/c2a/ http://www.ap-i.net/skychart/fr/download

Carte du ciel (skychart)	

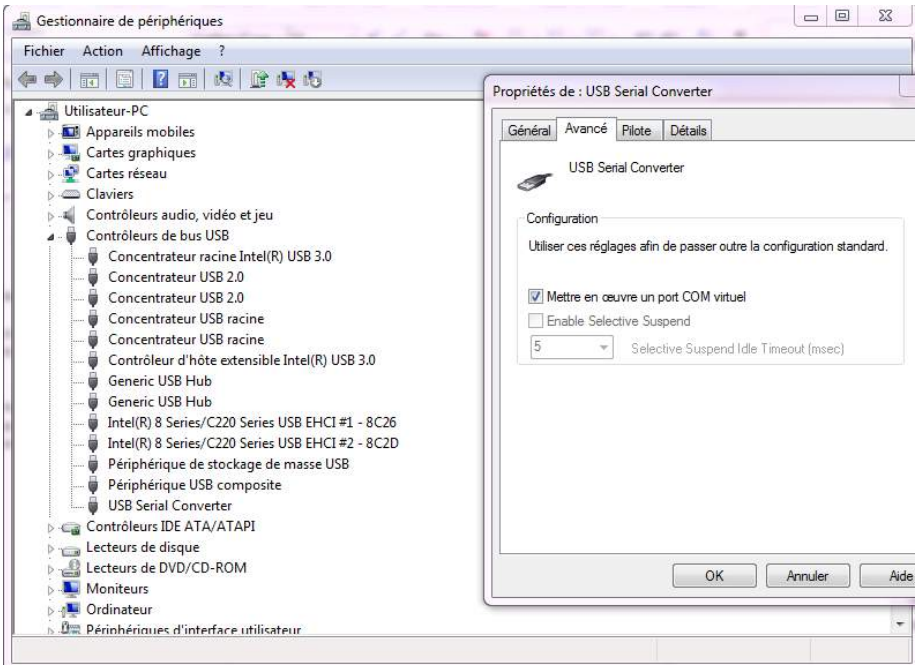
Etape 1 : Installer le pilote du câble d'interface PC Monture :

Le pilote pour interface usb est disponible chez pierro astro ici : pilote interface pierro astro USB EQ6 direct ou HEQ5 USB : http://www.pierro-astro.com/telechargements/category/4-interfaces-pierro-astro-win-2000-xp-vista-7-8-x32-et-x64



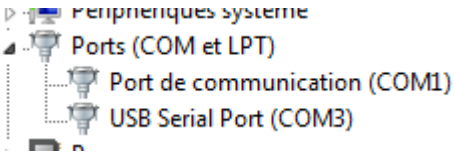
- La monture est éteinte ; on branche le câble de liaison monture PC. On installe le pilote. On recherche ensuite le port COM qui a été alloué au câble d'interface par Windows au cours de l'installation.

- Dans windows 7 aller dans le *panneau de configuration* puis « *matériel et audio* » puis « *gestionnaire de périphérique*. ». On peut également avoir accès à ce menu en cliquant en sur la touche windows (enfoncée) puis pause.



- Double cliquer sur le menu « *usb serial converter* » puis dans l'onglet « *avancé* » assurez-vous que la case soit cochée « *mettre en œuvre le port com virtuel.* »
- Débrancher rebrancher l'interface.

Dans panneau de configuration puis *« ports com et LTP »* noter le n° du port « *usb serial port »*. Ici c'est le n°3.



Etape 2 : Installer la plate form ascom :

La plate forma ascom est disponible ici :

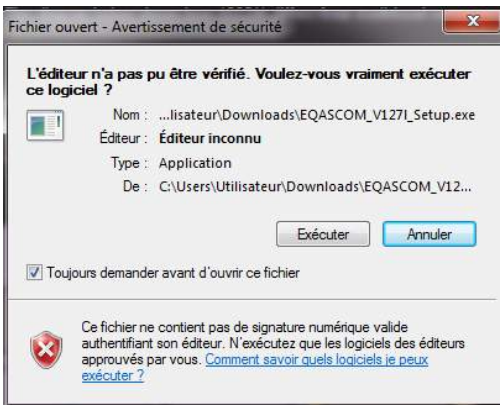
Plateforme ascom standart : http://ascom-standards.org/

Installer la plateforme en suivant la procédure.

Etape 3 : Installer le pilote ascom de la monture :

Pilote eqmod pour monture heq5 et 6: http://eq-mod.sourceforge.net/eqaindex.html Rubrique download puis eqascom puis prendre la dernière version.

Installer en respectant la procédure



Etape 4 : Installer et paramétrer le logiciel de cartographie :

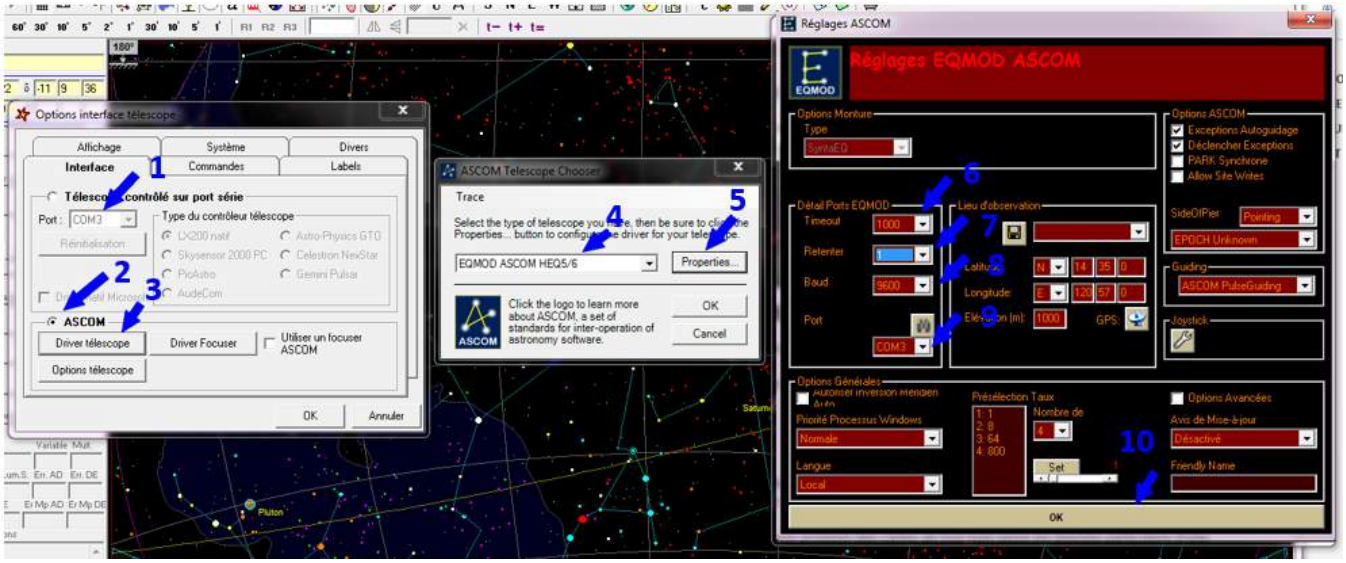
On peut choisir parmi les plus répandus :

C2a : C'st le plus complet : http://www.astrosurf.com/c2a/

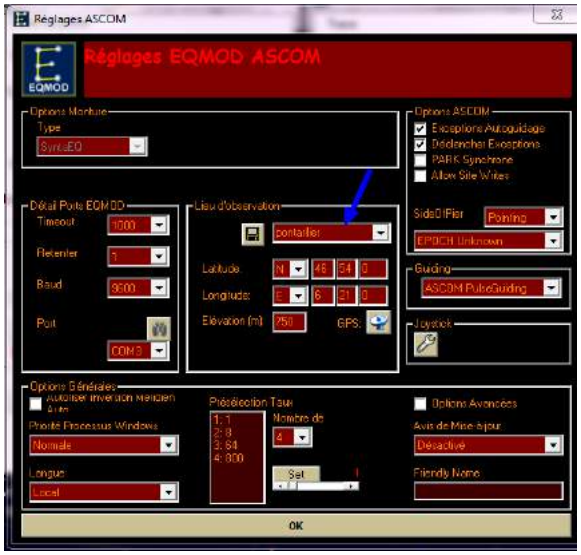
Carte du ciel : Très complet mais quelques plantages parfois : http://www.ap-i.net/skychart/fr/start

- **Dans le cas de C2a :**

Dans le menu « *télescope* » puis « *option de télescope* » : Ne pas remplir le menu « sélection le port Com » (1) Aller dans le menu « *ascom* »(2) puis *drivers telescope* (3). Choisir le *driver EQmod ascom*. (4) Cliquer enfin sur *properties* (5) et remplir comme indiqué : port com3(6) Timeout 1000 (7) Repeat : 1 (8) Baud : 9600 (9)
Cliquer sur les bouton *OK* .(10)

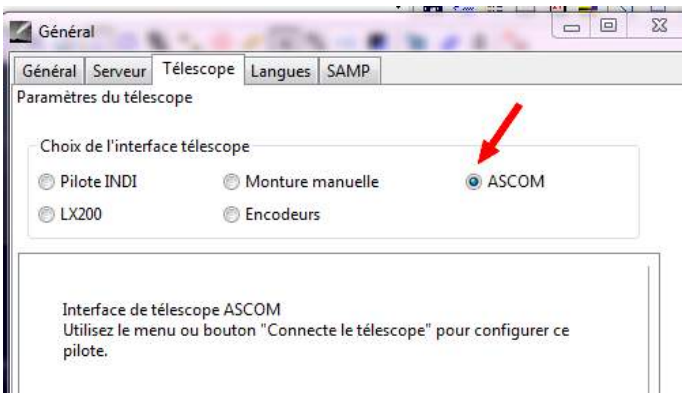


Entrer et enregistrer la position géographique du lieu

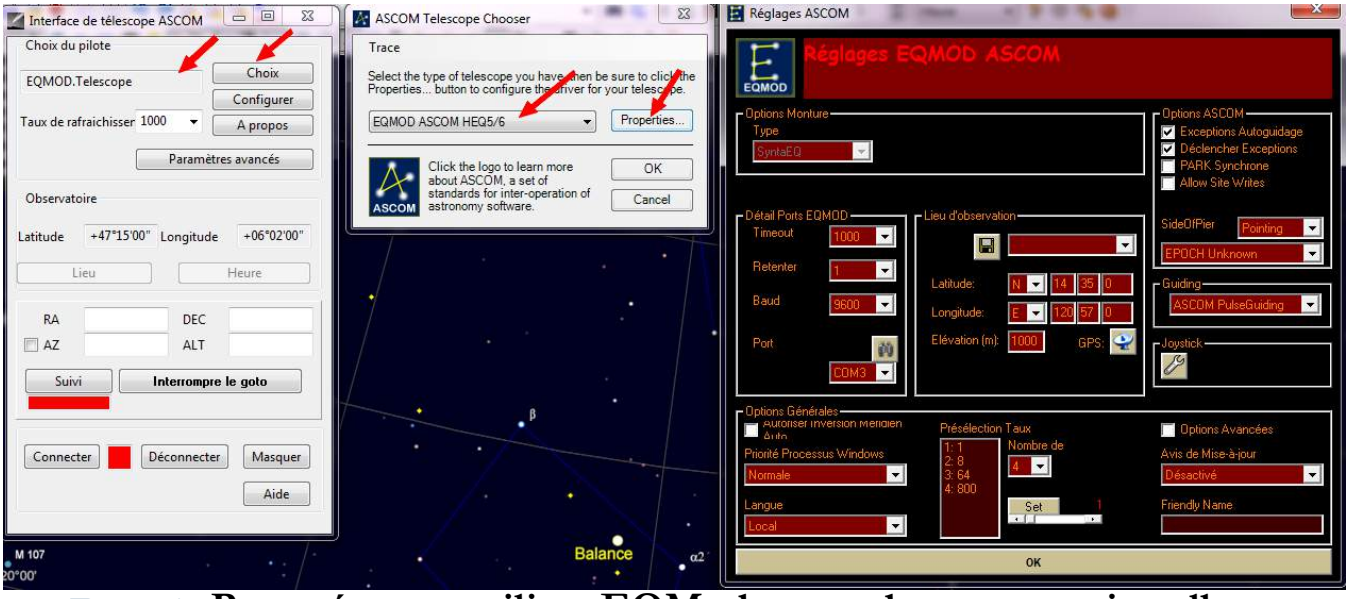


- **Dans le cas de carte du ciel (skychart) :**

Dans le menu « *télescope* » puis « *paramètre du télescope* » choisir l'option *Ascom*



Dans le menu « *Telescope* » puis « *panneau de contrôle* » choisir le bon pilote ascom puis remplir comme vu plus haut les différentes rubriques.



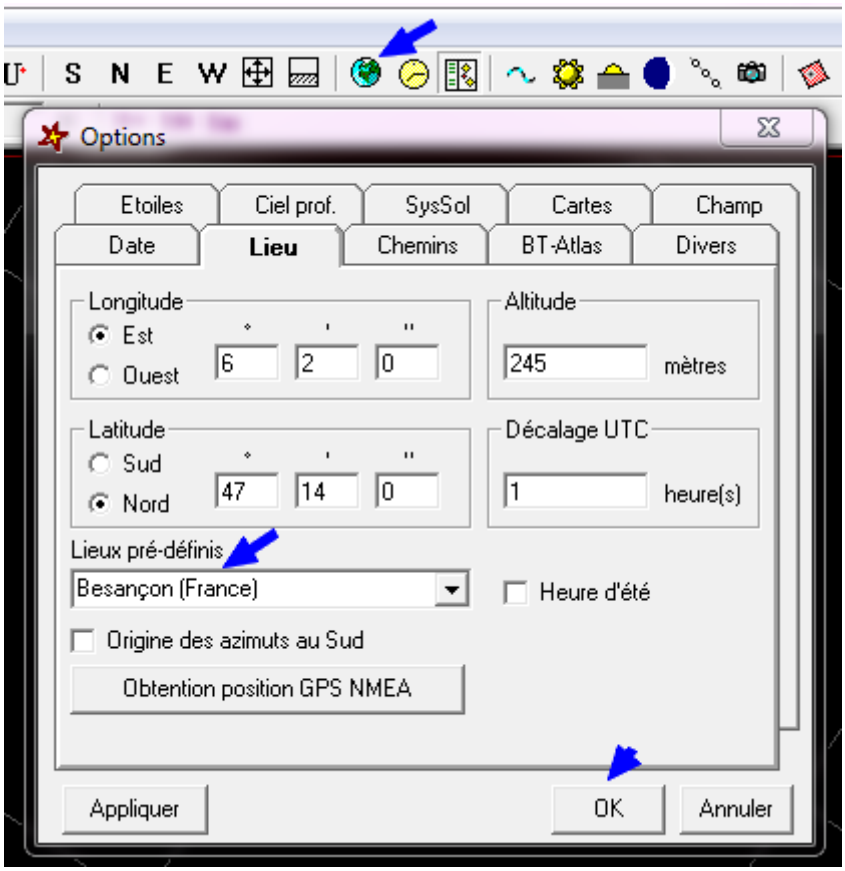
Etape 5 : Paramétrer et utiliser EQMod en mode raquette virtuelle :

Dans le menu télescope du logiciel de cartographie on connecte le télescope. L'interface EQmod apparait. En sélectionnant une vitesse de déplacement élevée on peut faire bouger la monture à l'aide des touches directionnelles. Le menu détaillé donne accès entre autre au paramétrage du lieu d'observation.

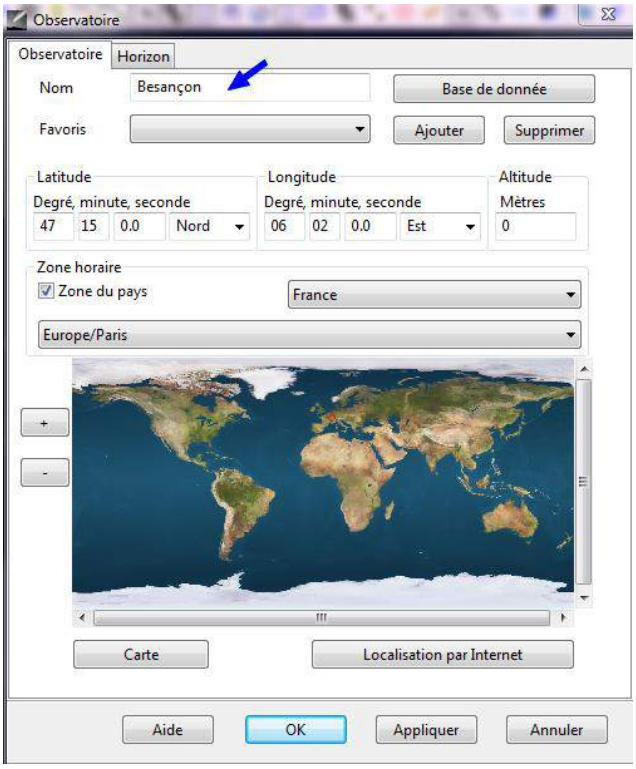
Etape 6 : Paramétrer l'atlas du ciel :

- **Avec C2a :**

Paramétrer le logiciel au sujet du lieu d'observation en cliquant sur l'icône représentant le globe terrestre.



- **Avec Carte du ciel :**
  Ouvrir le menu « *configuration* » puis « *observatoire*.

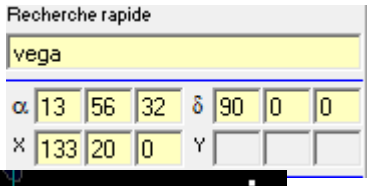


Etape 7 : Initialiser le télescope et rechercher une cible avec le logiciel de cartographie

Mettre le télescope en position repos (contre poids vers le sud.).

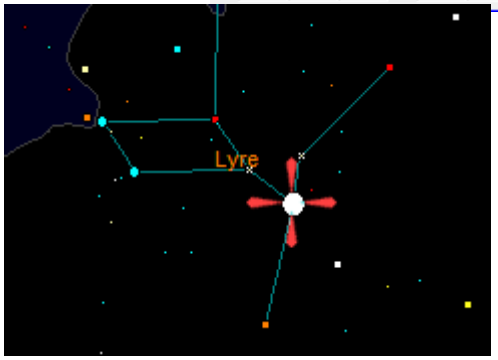
Lancer le logiciel de cartographie. Connecter le télescope (menu *télescope*).

- **Avec C2a :**

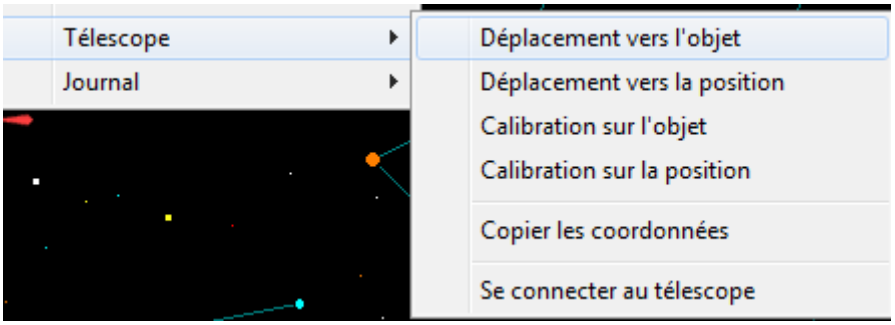


Taper le nom d'une étoile visible dans la fenêtre de gauche puis entrer. Les coordonnées de l'étoile s'affichent. On clique alors sur le bouton *C* qui permet de calibrer le télescope sur la cible.

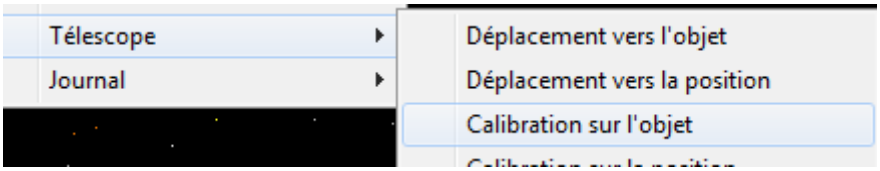
On peut également double cliquer sur l'étoile.



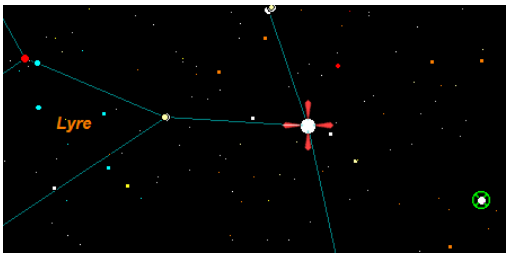
Demander au telescope de se déplacer vers l'étoile ;
pour cela, on clique droit sur l'étoile puis « *déplacement vers l'objet* » ou bien on clique sur le *D* visible dans la fenêtre de gauche.



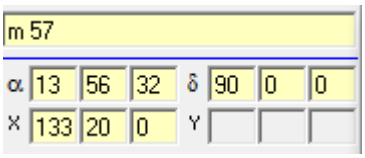
Le télescope se dirige vers la cible. Avec la raquette virtuelle (menu télescope » puis « raquette ») on vise réellement l'étoile ; on peut également déplacer le télescope à la main au besoin. Lorsque c'est fait, on clique droit sur l'étoile et on choisit le menu « calibrer sur l'objet ». La mire verte (symbolisant le télescope) se place exactement sur l'étoile de référence.

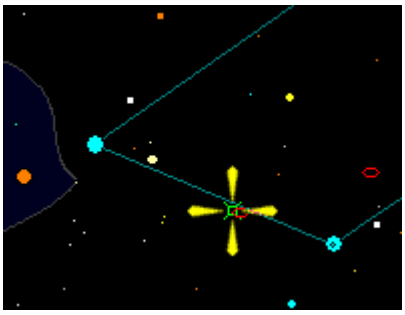


Avant calibration : Après calibration

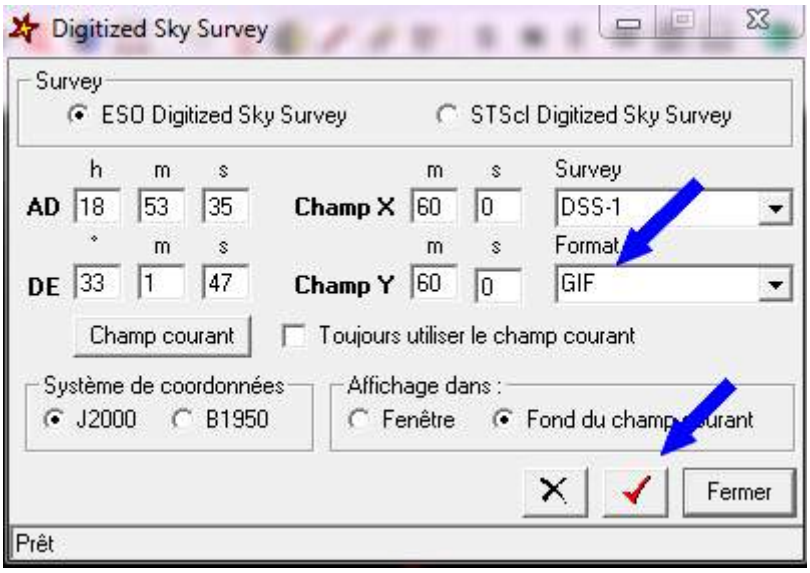


A partir de là, on peut demander au logiciel de piloter le télescope : On tape le nom de l'objet dans la fenêtre de gauche (ou on clique directement dessus ou on inscrit ses coordonnés dans la fenêtre de la raquette) et on demande un déplacement sur l'objet. Dans l'exemple, on choisit M57.

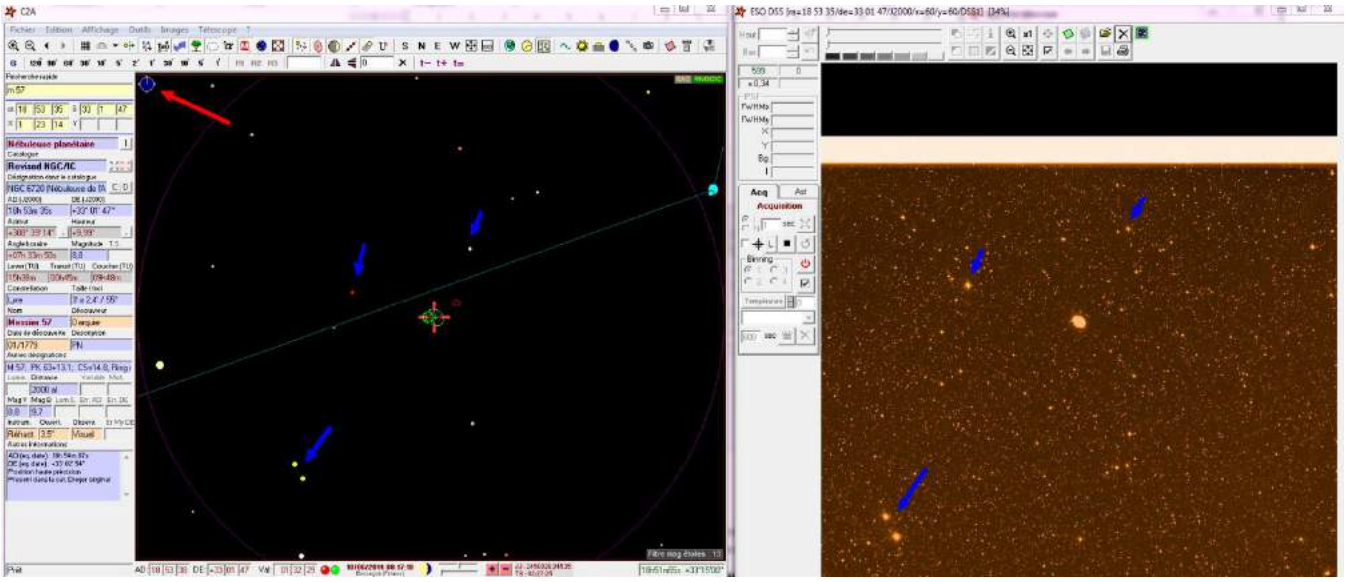




Lorsque le télescope est sur la cible on peut demander à afficher une carte du ciel du DSS. Pour cela cliquer sur l'icône DSS puis sélectionner une *image en GIF* puis cliquer sur le bouton de *téléchargement*.

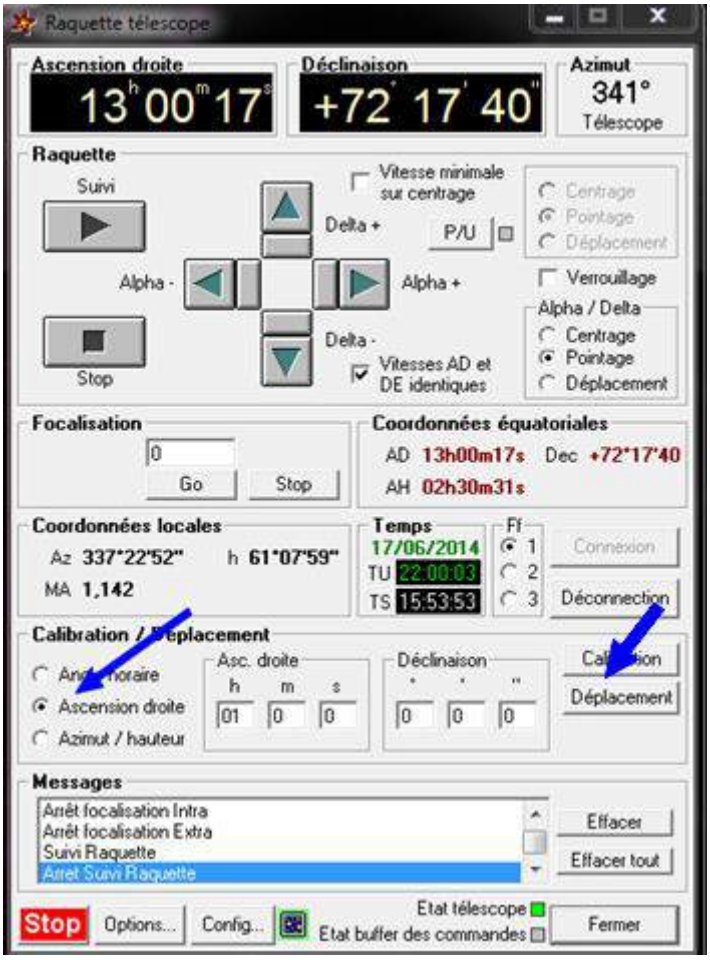


A gauche la fenêtre logiciel et à droite l'image du DSS ; quelques repères sont indiqués. L'image du DSS montre le Nord en haut ; pour que l'image du logiciel soit orientée de la même façon il faut parfois cliquer sur la rose des vents (flèche rouge) et indique la valeur 0.



Remarque :

Le menu « *télescope* » puis « *raquette* » permet d'afficher la raquette du logiciel. Celle-ci permet de pointer le télescope dans la direction voulue en inscrivant les coordonnées.

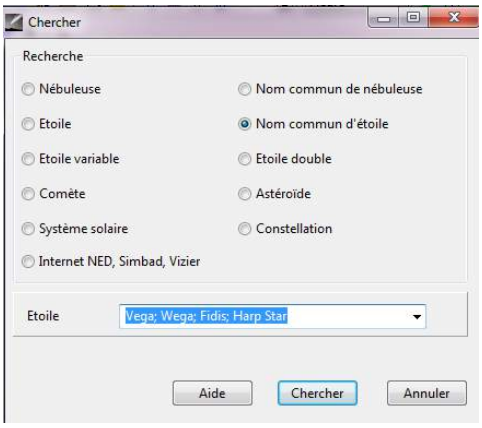


- **Avec carte du ciel :**

Mettre le télescope en position repos (contre poids vers le sud.).

Lancer le logiciel de cartographie puis connecter le télescope (« *télescope* » puis « *panneau de contrôle* » puis « *connecter* »).

Cliquer sur l'icône puis demander à chercher une étoile visible (exemple Vega).

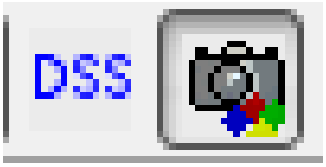


En cliquant droit sur l'étoile, demander au télescope de se déplacer sur la cible. (« télescope » puis « goto »).

Avec la raquette EQmod centrer dans l'oculaire l'étoile. Au besoin, ajuster la position du télescope à la main. Lorsque l'étoile est parfaitement centrer dans l'oculaire faire un clic droit sur Vega puis choisir « *sync* ». On constate alors que la position du télescope (mire) est centrée sur l'étoile.

On peut alors demander au logiciel de piloter le télescope ; un clic droit sur une cible permet d'accéder au menu *télescope* ; le menu « *goto* » permet son déplacement.

On peut afficher une image du DSS en cliquant sur l'icone DSS puis en téléchargeant l'image ; celle-ci se met en calque sur la carte ; on peut activer ou désactiver le calque en cliquant sur l'icone appareil photo



FIN