



Manuel des observations

Version : 12.avril.2021

Éditeur: Sylvie F Beaulieu

Participation : Robert Lamontagne, Étienne Artigau, François-René Lachapelle, Jonathan St-Antoine, Julien Huot

INTRODUCTION	3
ARRIVÉ AU DÔME APRÈS LE DÉBUT DES OBSERVATIONS	4
MODES D'OBSERVATION.....	5
PRÉPARATION D'UN SÉJOUR À L'OBSERVATOIRE	5
LOG DES OBSERVATIONS.....	11
CALIBRATIONS.....	13
DOMEFLATS	13
CONSEILS AUX APPRENTIS SORCIERS.....	13
OBSERVER AVEC CPAPIR	15
ÉTAPES D'OBSERVATION AVEC CPAPIR	20
ANNEXE POUR CPAPIR.....	28
OBSERVER AVEC PESTO	31
ÉTAPES D'OBSERVATION AVEC PESTO.....	34
OBSERVER AVEC LE SPECTROGRAPHE	44
DESCRIPTION DU SPECTROGRAPHE	45
CONTRÔLE ET AJUSTEMENT DU SPECTROGRAPHE	49
ÉTAPES D'OBSERVATION AVEC LE SPECTROGRAPHE	78
VISIOMM ET LE CONTRÔLE DES DÉTECTEURS CCDS.....	89
OBSERVER AVEC ANDOR.....	113
ANNEXE POUR LES COMMANDES UNIX (EN ANGLAIS).....	120

Introduction

Ce manuel a pour but de vous donner les outils nécessaires pour mener à bien une nuit d'observation à l'observatoire du Mont-Mégantic. Mais ce document pourra aussi vous servir de guide pour d'autres observatoires.

La première partie sert de guide pour préparer votre séjour à l'observatoire du point de vue de la connaissance de votre projet et le but des observations à obtenir (par exemple. Est-ce que vos cibles sont visibles lors de votre séjour ? avez-vous en main une liste d'étoiles standards si vous devez en obtenir durant la nuit ? et à quelle fréquence, etc.

Ensuite, nous abordons la technique d'utilisation de chacun des instruments disponibles à l'observatoire (description de l'instrument, système d'acquisition, sauvegarde des données, archivage, etc.). Nous terminons avec un lexique de commandes Unix souvent utilisées lors d'une session d'observations.

Ce manuel sera donc revu de façon régulière à mesure que des changements seront faits sur la disponibilité d'un instrument, ou lors d'un changement dans le système d'acquisition d'un l'instrument. La version électronique sera souvent la plus récente. Il faudra demander au technicien.

Vous avez aussi à votre disposition, dans la salle de contrôle, une série de "**checklists**" par instrument. Ces "checklists" sont un résumé sur les étapes à suivre pour observer avec l'instrument. Par contre, il est important d'avoir en main ce manuel, car il vous donnera plus de détails. Une copie du manuel est donc aussi disponible dans la salle de contrôle.

Ad astra !



Arrivé au dôme après le début des observations

Il est de mise d'arriver au dôme au moins 1 h avant le coucher du soleil. L'assistant de nuit s'y trouvera déjà. Il se pourrait par contre que vous arriviez au dôme après le début des observations. Il est **très important** de ne pas ouvrir les lumières en bas, ou dans la galerie des visiteurs qui est muni d'une grande vitrine donnant accès à la salle du télescope, ou même dans le sas (la zone d'accès à la salle de contrôle, la salle du télescope, et l'armoire à instrumentation). Vous allez tout simplement ruiner l'observation en cours. Un appel à l'assistant de nuit avant votre arrivée est préférable de sorte qu'il puisse vous prévenir s'il a débuté les observations. Une liste de numéros de téléphone est disponible à la fin de ce document. Une lampe de poche (ou frontale) avec filtres de couleurs est à **proscrire** si vous ne savez pas comment choisir le bon filtre qui dépend des observations en cours.

À moins d'un problème important, il est préférable d'arriver au dôme avant le début des observations (une heure avant de préférence) 1) pour vous familiariser à l'environnement de l'observatoire, 2) pour aider l'assistant de nuit, 3) et pour vous installer pour les observations.

La consigne d'éclairage est importante aussi lorsque vous utilisez la salle d'eau qui se trouve dans la galerie des visiteurs. Il ne faut jamais allumer la lumière du sas. Il faut entrer dans la salle d'eau, fermer la porte, et ensuite ouvrir la lumière. Pour sortir, vous fermez la lumière avant d'ouvrir la porte.



Modes d'observation

Mode classique

Le mode classique est le mode d'observation où l'astronome ayant obtenu du temps d'observation a demandé d'être présent à l'observatoire durant les nuits d'observations de son programme. Ce mode est privilégié surtout pour les instruments qui ne sont pas offerts en mode queue, comme par exemple le spectrographe, POMM et SplOMM.

Mode queue

Le mode queue est le mode d'observation où la responsabilité du choix des programmes à l'horaire et des cibles à observer (par nuit) revient à l'astronome de soutien, et ce, suivant une série de décisions prises en fonction de l'horaire de certaines cibles et de la météo. Ce mode n'est disponible que pour les instruments PESTO et CPAPIR.

Préparation d'un séjour à l'observatoire

Il est très important d'arriver à l'observatoire avec un maximum de préparation. Si vous avez déjà observé, vous devriez faire une révision de ce manuel, et des checklists. Si vous en êtes à votre première visite, vous devriez lire ce document avant votre arrivée à l'observatoire. Le temps au télescope est rare à Mégantic - nous avons, en moyenne, une nuit observable sur 3. Alors il est important d'être prêt, et avoir tous les outils en main pour éviter de perdre du temps précieux.

Il est important aussi de vous présenter (en personne ou par Skype) à l'astronome de soutien quelques jours avant votre arrivée pour permettre une discussion de votre projet et de possibles problèmes à l'observatoire avec l'instrument que vous utiliserez. Cette consigne est importante autant en mode classique qu'en mode queue si vous avez choisi de supporter le mode queue quelques nuits par année pour acquérir de l'expérience en observation.

But du projet

Votre visite à l'observatoire est peut-être reliée directement à votre projet de maîtrise ou de doctorat, ou parce que vous vous êtes porté volontaire pour assister aux observations en mode queue.

Si vous assistez aux observations en mode queue, il est moins important de bien connaître le(s) projet(s) que vous allez couvrir. L'astronome de soutien vous donnera un plan de nuit à suivre, et le matériel nécessaire pour bien identifier les cibles.

Si, par contre, vous êtes à l'observatoire pour observer vos propres cibles, alors il est de mise de bien maîtriser le but de votre projet (cibles, temps de pose, temps total d'intégration, filtres, etc.). Cette tâche est la responsabilité de votre superviseur, et non celle de l'assistant de nuit et de l'astronome de soutien. Par contre, il est important de discuter avec votre superviseur et avec l'astronome de soutien sur la meilleure technique d'observation pour vos cibles.

À l'observatoire du Mont-Mégantic, les règles concernant l'observation des cibles préalablement discutées dans votre demande de temps sont plutôt relaxes. Par exemple, il se pourrait que vous ayez une liste différente, ou plus complète, que celle incluse dans votre

demande de temps. Ce changement devra être souligné à l'assistant de nuit et à l'astronome de soutien au moins 12 h avant le début de la nuit pour leur permettre de modifier les listes de cibles accessibles par l'assistant de nuit sur le réseau.

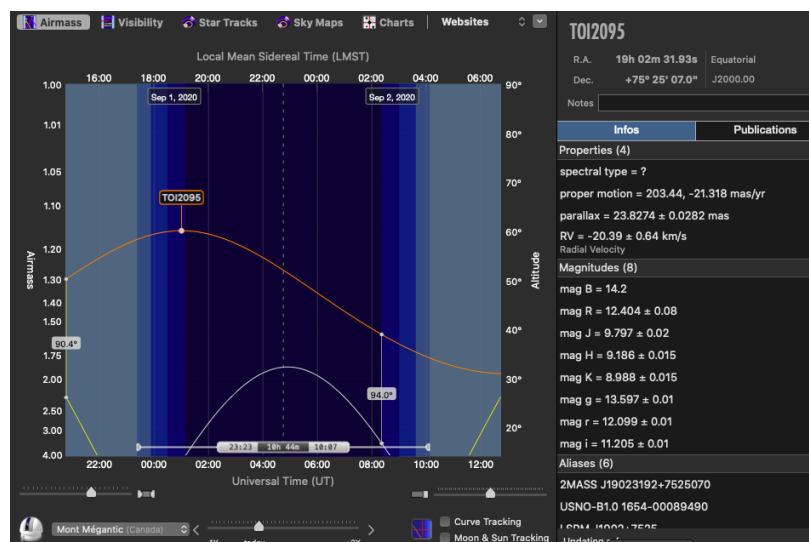
À titre d'information, dans la plupart des grands observatoires, vous ne pourriez pas changer vos cibles sans en avoir préalablement demandé la permission. La raison vient du fait qu'il y a une très grande compétition entre programmes d'observations. Certains observatoires sont très stricts sur la confidentialité des listes de cibles. Ainsi, les demandes de temps sont jugées en considérant ce qui sera observé, autant que l'objectif scientifique. Aussi, il ne faut pas répéter des cibles qui ont déjà été observées, et qui sont déjà disponibles dans les archives pour un programme similaire. Tel que mentionné plus haut, le temps de télescope est rare et précieux alors il faut éviter de répéter des observations déjà existantes et adéquates pour votre projet.

Notez que les archives publiques sont une source inestimable, alors il ne faut pas hésiter à consacrer du temps pour les consulter.

Limite en déclinaison

Certains instruments, tels que CPAPIR, sont très longs. Ceci entraîne un problème lorsque les cibles sont très élevées en déclinaison. Si la déclinaison est plus élevée que +71deg, il y a un risque de collision avec le pilier du télescope. Heureusement, nous connaissons les limites et pouvons ainsi prévoir d'avance. La limite pour les déclinaisons **plus élevées que 71deg** se trouve lorsque l'angle horaire après le zénith est **entre 3h et 7h**. L'angle horaire se calcule comme suit : $AH = TSML - AD$ c.-à-d. le temps sidéral moyen local moins l'ascension droite

Par exemple, pour la cible TOI2095 (19:02:31.93 +75:25:07.0), il y a un risque de collision si nous voulons observer cette cible le 1^{er} septembre entre 22h et 2h car la cible est à son zénith à 19h.



Mais, cette cible est observable sans problème à une période différente de l'année : de la mi-avril à la mi-juillet, sans risque de collision.

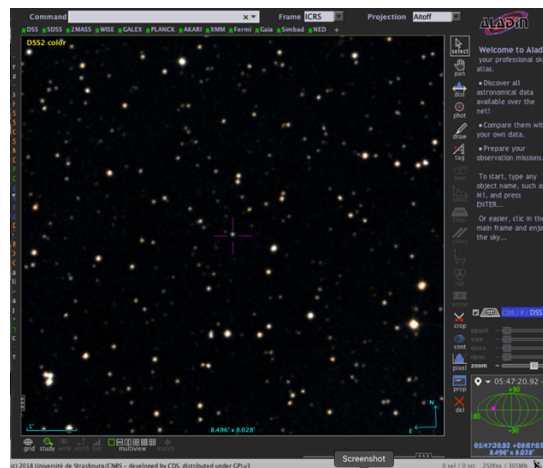
Donc, il est important de vérifier avec l'astronome de soutien et l'assistant de nuit lorsque vous proposez d'observer des cibles à plus de 71deg en déclinaison.

Suivi météo

Nous avons une [page météo](#) qui contient des cartes météo, des informations sur les métriques de l'observatoire et la sonde de vent, sur les levers et couchers de la lune et du soleil, ainsi que les images de trois caméras qui se trouvent sur la passerelle. La principale caméra de suivi météo montre l'image sur la page météo, les deux autres caméras ont un lien dans la partie inférieure gauche de la page (Caméra FRIPON-DOME et Caméra UWO).

Préparation de cartes du ciel

Il est très important, avant d'arriver à l'observatoire, que vous ayez en main la liste de coordonnées ainsi que les cartes du ciel de vos cibles. Il ne faut surtout pas attendre d'être rendu à l'observatoire, et au moment de pointer vers votre objet pour sortir une carte du ciel via le web. Il se pourrait que l'observatoire soit temporairement coupé du monde extérieur à cause d'une panne de réseau. Alors, la bonne pratique est d'avoir une copie de vos cartes du ciel déjà sur votre ordinateur portable. Le logiciel **Aladin** (<https://aladin.u-strasbg.fr>) est celui qui est le plus couramment utilisé. Il suffit de faire des « saisis d'écran » de vos cartes, et de les mettre sur votre portable.



Aussi, cette bonne pratique vous permet d'évaluer la magnitude des étoiles dans le champ observé. Vous pourrez ainsi prévoir d'avance, comme par exemple pour l'instrument PESTO, en décidant d'un ROI (**Region of Interest** i.e une région qui délimite une portion du détecteur qui sera utilisé pour observer) afin d'éviter de saturer un détecteur sensible.

Vous pourrez aussi décider d'avance d'un patron de déplacement pour les scripts de CPAPIR et PESTO si votre projet demande d'utiliser un tel script. À titre d'exemple, vous pouvez observer une galaxie étendue en utilisant le script **script_se** avec l'instrument CPAPIR pour permettre une soustraction adéquate du ciel (voir la section de [CPAPIR](#)). Alors, il est important de

connaître l'étendue de votre cible sur un champ de 30 arcmin (champ de CPAPIR), et pouvoir planifier le centrage de votre cible.

Liste de cibles

Pour la liste de coordonnées, il est d'usage d'utiliser le format **J2000.0 RA hh:mm:ss.s DEC dd:mm:ss.s**. Cette liste doit être envoyée à l'astronome de soutien pour inclure les cibles dans la base de cibles pour l'assistant de nuit.

Le format requis de la liste à fournir à l'astronome de soutien est le suivant (un seul espace entre chaque entrée svp, et surtout pas de « tab ») :

Code_projet & Nom_cible & RA & Dec & Filtre.s & Nom_PI & priorité

Exemple de format de fichier (en ascii) à remettre à l'astronome de soutien

```
omm-15c-01 & J0002+1335 & 00:02:33.2 & +13:35:44 & <b>I</b> & Gagne & 1  
omm-15c-01 & J0006+1540 & 00:06:13.3 & +15:40:20 & <b>I</b> & Gagne & 1  
omm-15c-01 & J0013-1143 & 00:13:22.5 & -11:43:00 & <b>I</b> & Gagne & 1  
omm-15c-01 & J0013+1109 & 00:13:34.8 & +11:09:39 & <b>I</b> & Gagne & 1
```

Attention : le + et le - de la valeur du DEC est très important

Si vous ne connaissez pas votre code de projet, demandez-le à l'astronome de soutien – ce code est rattaché à votre demande de temps. En préparant d'avance votre liste de cibles dans ce format, vous allez sauver beaucoup de temps pour l'astronome de soutien. Si la liste n'est pas conforme, vous recevrez un avis de correction.

L'assistant de nuit peut alors avoir accès directement aux coordonnées de vos cibles pour le système de contrôle du télescope, ce qui évite des erreurs de frappe lors de l'entrée de la coordonnée dans le système d'acquisition et de positionnement du télescope.

Chaque objet devra avoir un nom spécifique. Pour le nom de l'objet, il est préférable d'utiliser un des noms associés aux catalogues par exemple, NGC, UGC, SDSS, etc. Souvenez-vous que le nom utilisé se retrouvera dans les archives accessibles au public. Alors nous n'acceptons pas les noms farfelus... désolés... Si le seul nom de votre objet provient du catalogue de GAIA, ce nom sera très long, du genre "GaiaDR22778812676229535616". Une telle identité d'objet rend la gestion des cibles très compliquée, et augmente le risque d'erreur dans l'identité de la cible. Il est donc préférable d'assigner un nom plus court. Par exemple, si vous avez plusieurs cibles avec une identité GAIA, et qu'aucun autre nom n'y est associé, vous pouvez nommer vos cibles avec vos initiales: "OV1, OV2...,O50". En cas de doute, discutez avec l'astronome de soutien.

Pour chaque instrument, préparez vos cartes du ciel avec la bonne grandeur du champ visible (25-30 arcmin pour CPAPIR, 7-8 arcmin pour PESTO). Vous aurez plus de facilité à repérer votre cible à l'écran.

Respectez toujours la même méthode de visualisation pour vos cartes c.-à-d. le Nord (en haut) et l'Est (à gauche). Si possible, sortez une carte en bande V, et une dans le filtre que vous allez utiliser pour vos prises de données si ce filtre est disponible dans les catalogues. Certaines

cibles pourraient ne pas être visibles sur une carte en bande V si vous observez, disons, en K donc, une carte dans une 2e bande aide à retrouver vos cibles.

Tous ces trucs font partie de la bonne planification de vos observations pour éviter de perdre du temps à chercher votre cible sur une image temporaire de 10 secondes. Ça va aussi aider l'assistant de nuit à centrer votre objet de la façon dont vous aurez choisi dans votre plan d'observation. En général, si vous êtes bien préparé, vous ne devriez pas prendre plus que 2 min pour identifier votre cible après le pointage du télescope.

Étoiles standards

Certains programmes scientifiques demandent d'obtenir une (ou une série) d'étoile(s) standard(s) durant la nuit dans le but de bien calibrer le flux de l'objet. Quoique de moins en moins en demande grâce à l'existence de catalogues telle que GAIA, il est bon d'en parler ici.

Vous devez décider des étoiles standards à utiliser et qui sont propre à votre programme scientifique. Votre superviseur pourra vous guider dans ce choix.

Comme pour la liste de cibles, il vous faudra fournir à l'assistant de nuit et à l'astronome de soutien, une liste d'étoiles standards visibles au moment des observations et adaptées à vos cibles. Cette liste sera aussi incluse dans la liste de cibles, pour accès direct par l'assistant de nuit. Vous aurez besoin de connaître les paramètres d'observations de ces étoiles (temps de pose, temps total, etc), au même titre que pour vos cibles scientifiques. Pour les étoiles standards, il vous faudra aussi préparer des cartes du ciel.

Le site du European Southern Observatory (ESO) suggère une liste de catalogues d'étoiles standards. Il est facile d'y accéder : [ESO - Standard Stars Catalogues](#) .

Lecture supplémentaire : (date de 2001, mais explique bien certains concepts) [The CCD Photometric Calibration Cookbook](#) (J Palmer & AC Davenhall, 2001)

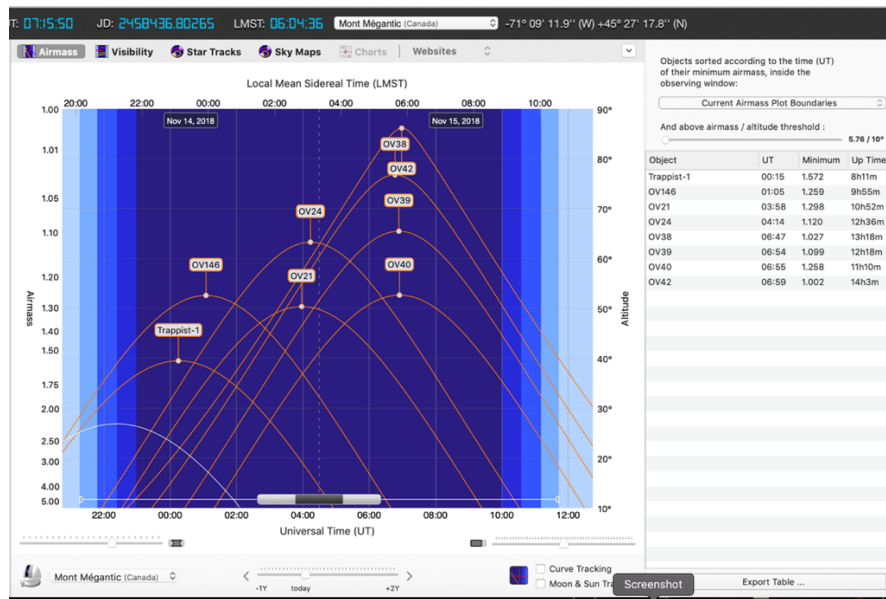
Graphique de la masse d'air

Un graphique de masse d'air vous permettra de conclure si votre objet est accessible, et pour combien de temps durant la nuit. Il se pourrait que votre objet soit trop bas sur l'horizon. Vous pourrez en discuter avec l'assistant de nuit et voir si, d'après votre objectif scientifique, vous aurez assez de temps d'intégration, ou si une masse d'air trop importante risque de rendre la calibration difficile.

Il existe différentes applications (gratuites ou payantes), qui dépendent du système d'exploitation de votre ordinateur, pour préparer des graphiques de masse d'air. Pour le Mac et possiblement Windows, il y a l'application [iObserve](#).

Finalement, ce sera l'assistant de nuit qui tranchera sur la possibilité d'observer une cible très basse sur l'horizon puisqu'il est responsable de la sécurité du télescope. Si l'assistant de nuit décide que votre cible est trop basse, **n'insistez pas**.

Voici un exemple de graphique de masse d'air que vous pouvez préparer avant chaque début de nuit pour vos cibles. Le logiciel **iObserve** permet d'inclure, au besoin, plusieurs cibles à la fois sur un même graphique. Ça vous aidera à planifier le choix et la priorité de vos cibles. À l'observatoire du Mont-Mégantic, une masse d'air de 3 commence déjà à causer un problème d'accessibilité et de rougissement. Votre assistant de nuit pourra vous informer si l'observation est possible ou non.



Sauvegarde des données

Comment ça fonctionne par instrument

Quoique les données de CPAPIR et PESTO soient sauvegardés “in-house” depuis le début de l’utilisation de ces instruments, depuis janvier 2018, nous sauvegardons aussi les données pour le Spectrographe ainsi que pour la caméra Andor, si celle-ci est utilisée pour des observations scientifiques. À mesure que nous allons rajouter un instrument, une sauvegarde des données sera établie.

Par le passé, la sauvegarde des données obtenues durant les nuits d’observations en mode **classique** était la responsabilité de l’observateur. Après quelques incidents où des données ont malheureusement été perdues à cause de problèmes de transfert de données, ou tout simplement par négligence de l’observateur à faire une sauvegarde, il a été décidé que le personnel de l’observatoire prenait maintenant la responsabilité de faire la sauvegarde des données pour le mode classique autant que pour le mode queue. Une note sur la sauvegarde des données est ajoutée dans la section de chaque instrument.

En résumé, 1) nous avons une sauvegarde “in-house” c.-à-d. sur des serveurs du groupe d’astronomie de l’Université de Montréal pour tous les instruments en fonction, et 2) nous avons une sauvegarde dans les archives du [CCDA/CADC](#) pour l’instrument CPAPIR (archive complète depuis 2005). Nous travaillons sur un système d’archivage au CCDA/CADC pour l’instrument PESTO.

Il n’est pas question, en ce moment, d’archiver les données du Spectrographe, de la caméra Andor, de SplOMM, et de POMM au CCDA/CADC.

Le lendemain d’une nuit d’observation, l’astronome de soutien déclenche le processus de sauvegarde et de réduction des données. Lorsque les données seront disponibles, l’astronome

de soutien communique avec l'investigateur principal (habituellement à l'intérieur de 24h suivant la prise des données).

Qu'est-ce que "solve-field"

Lorsqu'une cible est observée au télescope et que l'image est sauvegardée, l'image est généralement en 2 dimensions où chaque position de pixel est identifiée "physiquement" sur le détecteur par (x,y). Dans le but de transposer les positions de pixels (x,y) en position RA et Dec, nous devons appliquer une solution d'astrométrie. En anglais, cette étape se nomme "Plate solving" ou "Plate solution". À UdeM, nous utilisons le code, "[solve-field](#)", dans les « pipelines » de réduction des instruments CPAPIR et PESTO pour obtenir la solution d'astrométrie des images. Cette solution est, par la suite, enregistrée dans le metadata (l'entête) de chaque fichier.

Qu'est-ce que la "Propriété exclusive des données"

Pour la plupart des observatoires, les données demeurent la propriété de l'investigateur principal (PI) pour une période déterminée par le directeur de l'observatoire et, par la suite, les données deviennent domaine public via l'accès à une archive. En anglais, le terme est "**Release Date = End of proprietary period**" que vous allez voir habituellement dans le metadata des données, ou dans une colonne de recherche dans une archive comme le [CCDA/CADC](#). La période d'embargo est différente d'un observatoire à un autre, allant du domaine public immédiatement après la calibration, à 6 mois, 1 an, 2 ans, ou même plus, via une demande et autorisation spéciale au directeur de l'observatoire. Cette règle est mise en place pour protéger les projets scientifiques des chercheurs et des étudiants.

Il est donc **strictement interdit** de distribuer les données prises à l'observatoire du Mont-Mégantic avant la date d'accès public sans l'autorisation de l'astronome de soutien, ou du directeur de l'observatoire, et ce même si ces données font partie de votre projet. Une telle demande doit être acheminée vers l'astronome de soutien.

Log des observations

Depuis le 14 mai 2018, un système web développé par l'équipe OMM et optimisé pour tous les instruments est maintenant la méthode officielle de sauvegarder un log des observations : [Log des observations](#). Ce log « web-based » permet d'enregistrer toute l'information concernant la cible ou la calibration durant la prise de données, et ce, de façon uniforme. Ce log doit être utilisé à la fois pour le mode queue et pour le mode classique. Toute autre forme de log ne sera pas acceptée.

Lors d'une entrée dans le log, il est important de choisir le bon instrument au moment de débiter une observation, et de bien remplir toutes les cases, incluant le numéro du code de projet, pour chaque prise de données. Il faut aussi inscrire **au complet** le nom de(s) observateur(s), car cette information est enregistrée dans nos archives. Pour plusieurs entrées,

il y a, soit un menu avec choix, ou bien la valeur est inscrite automatiquement via le télescope. Une fonction très utile du log permet de “copier” la dernière entrée dans le log pour ne pas avoir à réécrire toute l’information de l’observation, si celle-ci est répétée. Cette fonction vous permet de sauver du temps, mais, **attention** de bien vérifier l’information avant de sauvegarder. Il se pourrait que, pour une même cible, vous ayez changé le filtre ou le temps de pose par exemple, alors il faut que l’information reflète la réalité. Il est possible aussi de modifier une entrée pour apporter un correctif. En cas de doute, demandez au technicien.

Filtres : dans la case pour inscrire l’identité du filtre, il faut faire attention d’inscrire le filtre spécifique à l’instrument. Voici les choix : **PESTO** : g’, r’, i’, z’, Open ; **CPAPIR** : I, J, PaBeta, CH4, H, Cont2.033, Hel, CIV, H2, Ks, BrGamma, Hell, Cont2.255. Notez qu’il se pourrait que la liste de choix de filtres soit modifiée un peu avec le temps par rapport à cette liste si un nouveau filtre a été rajouté, ou retiré.

Chaque instrument possède sa liste de colonnes distinctes d’information. Il faut aussi s’assurer de bien identifier le numéro de projet, car notre système nous permet de faire une recherche par projet. Il faut donc débiter l’entrée par “OMM-” et ensuite le numéro du projet, par exemple, “OMM-18A-13”. Il est possible d’aller chercher le numéro du projet via un menu dans cette case.

Toute erreur dans le log nécessite une correction de la part de l’astronome de soutien qui lit attentivement le log au lendemain d’une nuit d’observation. Alors, il est important de bien prendre le temps de remplir les cases sans erreur avant de soumettre, et de corriger si vous voyez une erreur.

Pour chaque nouvelle entrée, il y a une colonne pour les commentaires. Il ne faut pas hésiter à l’utiliser, car les commentaires sont importants lors de la réduction des données. Les commentaires devraient être **pertinents et professionnels**, car les logs d’observations sont un outil important, et sont accessibles publiquement avec les données. Portez attention aux fautes d’orthographe svp.

Le log enregistre automatiquement de l’information sur les diverses prises de températures des détecteurs, et sur la météo, mais vous devez remplir la case sur la condition du ciel. Le but sera de pouvoir enregistrer la plupart des paramètres d’observation directement du setup de l’instrument via le système d’acquisition de l’instrument, ce qui réduira les erreurs. Mais ces fonctions ne sont pas encore complètement en place, et il demeurera quelques informations à remplir à la main.

Si vous désirez garder une copie du log des observations pour votre projet, il peut être sauvegardé sous format PDF. Il suffit d’utiliser le nouveau « Log Viewer » (http://omm-astro.ca/obs/logs_viewer/) qui vous donnera accès aux logs d’observations partant du 16 juin 2020, et l’ancien « Log Viewer » pour accéder aux logs avant cette date (http://omm-astro.ca/obs/view_logs/). Vous choisissez la date de la nuit d’observation, ainsi que le choix dans le menu de l’instrument. Vous laissez la case « Projet » vide, ou vous pouvez inscrire votre code de projet. Notez que ces logs ne doivent pas être distribués sauf pour votre usage professionnel parmi votre équipe de travail.

Calibrations

En astronomie, la calibration est super importante. En plus de la calibration via les étoiles standards, il y a la calibration optique et électronique venant de l'instrument et du télescope. Une bonne calibration permet de comparer les données provenant de divers instruments et télescopes, et d'avoir la confiance que le flux calculé et/ou la vitesse radiale obtenue par exemple, a une valeur réelle, et ne contient pas d'artefacts spécifiques à l'instrument ou au télescope. Il faut donc porter une attention particulière à cette phase en utilisant des calibrations de type « dark » et « flatfield » par exemple. Chaque instrument a sa méthode de calibration donc nous allons aborder ce sujet dans les sections respectives aux instruments.

Dans le but de fournir un accès rapide à la description de la calibration, par instrument, nous avons aussi un document intitulé **OMM-CALIBRATIONS**, disponible dans la salle de contrôle.

Domeflats

Les domeflats **doivent** être faits chaque nuit d'observations, et surtout à la fin de la nuit, car c'est à ce moment-là que vous allez connaître la liste de filtres que vous avez utilisés durant les observations. L'assistant de nuit s'occupe de préparer le télescope (pointage vers l'écran de « flatfield »), et l'éclairage à utiliser. Si la météo vous oblige à fermer le dôme temporairement durant la nuit, vous pouvez déjà faire des domeflats en attendant la réouverture. De cette façon, vous allez sauver du temps en fin de nuit. Les instruments CPAPIR et PESTO ont un script pour les domeflats, l'assistant de nuit vous guidera pour utiliser ces scripts.

Conseils aux apprentis sorciers

Le temps de télescope coûte très cher, mais le plus important durant une nuit d'observation ce n'est pas d'en faire le plus possible, mais de le faire **bien**. Il faut prendre le temps de 1) vérifier votre setup dans le logiciel d'acquisition, 2) vérifier votre cible à l'aide de votre « carte du ciel », 3) vérifier que le détecteur ne montre pas de structure étrange sur l'image, 4) demander conseil à l'assistant de nuit en cas de doute, 5) d'être attentif aux informations que vous ajoutez dans le log des observations. Éventuellement, après quelques nuits au télescope, vous allez acquérir la dextérité, et améliorer votre technique. Soyez attentif ! Souvent, les erreurs sont des « code 18 », 18 pouces entre l'écran et votre nez...

Ces quelques conseils préviennent beaucoup d'erreurs dans les observations (diminution du risque de rejeter des observations), et sauvent beaucoup de temps à l'astronome de soutien qui doit tout vérifier, et apporter des corrections au lendemain de la nuit d'observations. L'astronome de soutien n'aime pas rejeter des observations (à moins de mauvaise météo) et de devoir justifier un rejet de données au demandeur de temps, et au patron...

Remerciements

Tous les articles utilisant les données de l'observatoire doivent inclure la mention suivante :

« Basé sur des observations obtenues à l'observatoire du Mont-Mégantic, financé par l'Université de Montréal, l'Université Laval, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), le Fonds québécois de la recherche sur la Nature et les technologies (FQRNT), et le programme Développement Économique Canada. »

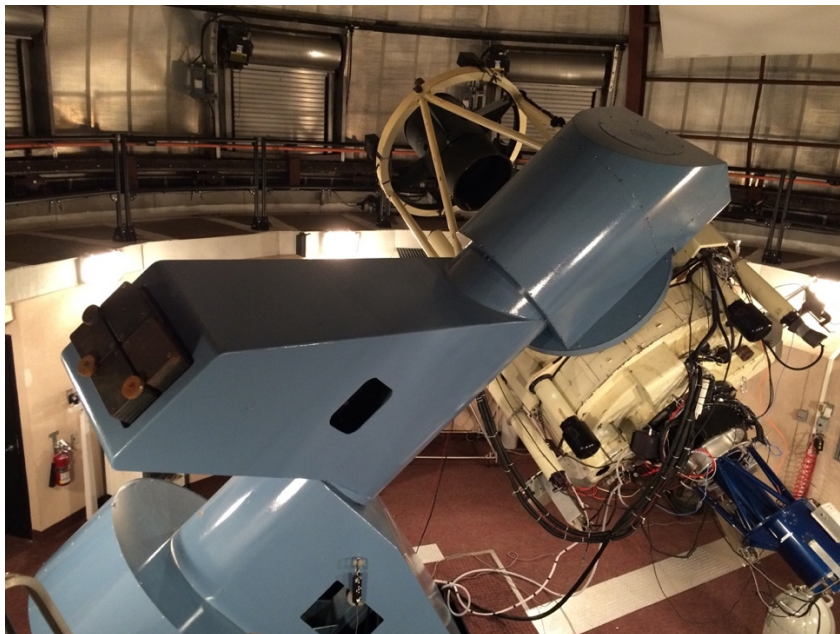
Version anglaise

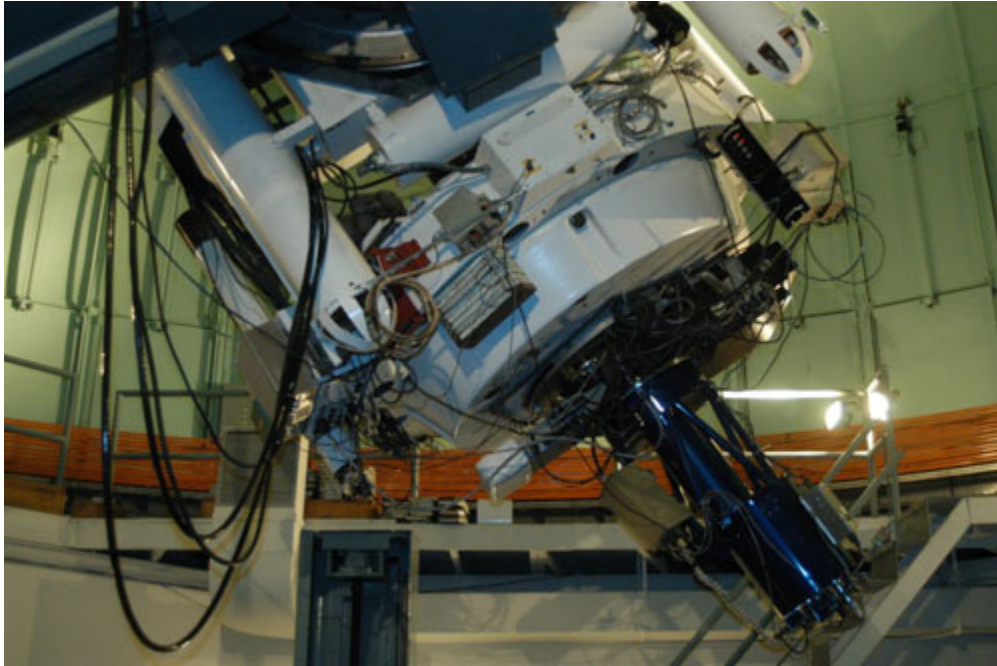
« Based on observations obtained at the Observatoire du Mont-Mégantic, financed by Université de Montréal, Université Laval, the National Sciences and Engineering Council of Canada (NSERC), the Fonds québécois de la recherche sur la Nature et les technologies (FQRNT), and the Canada Economic Development program. »

Document « vintage » intéressant à lire

M René Racine a écrit un document sur l'art d'observer (Observations Astronomiques, 1997). Il est disponible sur le site www de l'observatoire :

<http://omm-astro.ca/telescope/manuels/>





Observer avec CPAPIR

CPAPIR est une caméra infrarouge à grand champ développée par Étienne Artigau sous la direction de René Doyon à l'Université de Montréal. Elle est entrée en fonction en 2005.

Ce manuel a pour but de rassembler toute l'information nécessaire pour vous permettre de rédiger une demande de temps, et pour vous décrire les étapes à suivre pour utiliser la caméra et son système d'acquisition. Cette caméra est refroidie à l'azote liquide.

Checklist

Un **checklist** résumant en quelques lignes les étapes de base pour observer avec l'instrument CPAPIR est disponible dans la salle de contrôle de l'observatoire.

Demande de temps

Caractéristiques de bases de l'instrument à OMM

Champ de vue (moins un quadrant...)	30'x30'
Échantillonnage	0.89"/pixel
Détecteur	2048 x 2048 pixels, Hawaii II
Temps d'intégration minimum	1.35 s
Le temps d'intégration est toujours un multiple de	1.35 s
Temps mort par pause (écriture sur le disque)	5 s
Temps mort par dither (<30")	~5-10 s
Temps mort pour un déplacement de plus de quelques arcminutes	~30-45 s
Pleine largeur à mi-hauteur (FWHM) médiane	2.0"
Bruit de lecture	~10 électrons
Limite de la linéarité	~30 000 ADU par coadd
Gain	~2.5 e-/ADU
Transmission	30-35%

Les filtres disponibles

Tous les filtres ne sont pas disponibles à un moment donné dans l'instrument, car il n'y a que 10 positions dans les deux roues à filtre de CPAPIR, et que certaines combinaisons de filtre/roue ne peuvent être utilisées. Par contre, nous pouvons changer les filtres disponibles à un semestre donné en fonction de la demande. Ceci implique, par contre, d'ouvrir le port des filtres de CPAPIR, et ça implique de réchauffer CPAPIR (deux journées). Alors il faut le spécifier clairement dans votre demande de temps. Communiquez avec l'astronome de soutien pour obtenir la disponibilité des filtres.

Filtre	λ	$\Delta\lambda$
I	0.85 μm	0.10 μm
J	1.25 μm	0.16 μm

Paβ	1.2814 μm	0.012 μm
CH4	1.57 μm	0.05 μm
H	1.65 μm	0.30 μm
CONT2	2.033 μm	0.025 μm
Hel	2.062 μm	0.015 μm
CIV	2.081 μm	0.02 μm
H2	2.122 μm	0.023 μm
Ks	2.15 μm	0.30 μm
Bry	2.165 μm	0.02 μm
Hell	2.192 μm	0.04 μm
CONT1	2.255 μm	0.10 μm

Estimation du temps de pose

Le temps de pose total nécessaire peut être estimé à partir des valeurs données dans la table ci-dessous. De façon générale, la magnitude limite augmente en fonction du temps de pose comme $1.25 \times \log(T)$ et diminue lorsque le seeing se dégrade comme $2.5 \times \log(PLMH)$. On peut donc estimer que la magnitude limite à 5σ pour des observations prises avec un seeing de $2.5''$ et un temps de pose total de 2 heures en bande J sera de :

$$19.4 + 1.25 \times \log(7200s/600s) - 2.5 \times \log(2.5''/2'') = 20.5$$

Cet estimé est précis à 0.3 mag en bande J et 0.5-1.0 mag en bandes H et Ks.

Filtre	Sensibilité 5σ ; PLMH=2.0" ; t=600s
J	19.4
H	17.5
Ks, température extérieure > 10C	16.5
Ks, température extérieure < -5C	18.0

Nous avons remarqué que pour la bande Ks, il est préférable d'observer lorsque la température du miroir primaire est plus basse que -9C.

Durée des poses individuelles

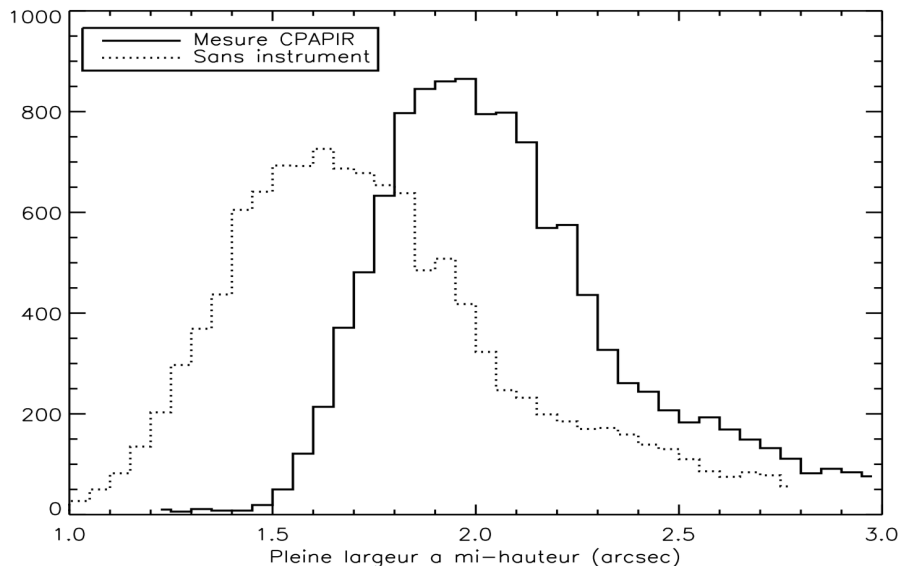
Suivez les recommandations de temps de pose donnés ci-dessous. Si vous voulez utiliser un temps de pose très différent (par exemple pour obtenir une photométrie très rapide dans une bande étroite), contactez-nous avant de soumettre votre demande de temps. Contrairement à ce qui est possible avec les détecteurs Hawaii II-RG, on ne peut pas lire une sous-région du détecteur de CPAPIR.

J	1 co-addition de 20 s
H	2 co-additions de 10 s
Ks	3 co-additions de 8 s
Bandes étroites	1 co-addition de 60 s

De façon générale, la médiane de l'image par coaddition ne doit généralement pas dépasser 10 000 ADUs sans quoi vous perdrez en gamme dynamique. Si la médiane de l'image par coaddition dépasse 30 000 ADUs, vos données seront probablement inutilisables !

Contraintes en qualité d'image

Les conditions d'observations à l'Observatoire du Mont-Mégantic sont typiques d'un site continental, et le seeing médian mesuré avec CPAPIR (incluant la PSF instrumentale) est de 2.0". Si la résolution angulaire est importante pour votre projet scientifique, vous pouvez poser comme contrainte que les observations soient faites avec un seeing meilleur que le seeing médian. Cette contrainte diminue bien sûr la probabilité que vos observations soient complétées. Voici l'histogramme des valeurs de pleine largeur à mi-hauteur pour un ensemble de données CPAPIR prises à l'OMM. La PLMH estimée sans dégradation instrumentale suppose une contribution de la part de l'instrument de 1.2".



Contraintes temporelles

Le mode queue permet des observations avec des contraintes temporelles. Par contre, vous devez garder en tête que les observations en mode queue n'occupent pas à 100% le temps de l'OMM, et que les conditions de météo sont celles du sud du Québec... toutes les nuits ne sont pas claires! Certains types d'observations contraintes dans le temps se prêtent tout de même bien aux observations en mode queue, comme les suivis de transits d'exoplanètes qui se répètent de nombreuses fois durant le semestre. Si vous voulez soumettre ce type d'observations, vous devrez joindre à votre demande une table ascii avec la date et l'heure (UT) de toutes les fenêtres d'observation possibles durant le semestre. Pour d'autres types de contraintes temporelles, veuillez nous contacter avant de soumettre votre demande de temps.

Limite en déclinaison

L'instrument CPAPIR est physiquement très long. Ceci entraîne un problème lorsque les cibles sont très élevées en déclinaison. Si la déclinaison est plus élevée que +71deg, il y a un risque de collision avec le pilier du télescope. Heureusement, nous connaissons les limites et pouvons ainsi prévoir d'avance. La limite pour les déclinaisons **plus élevées que 71deg** se trouve lorsque l'angle horaire après le zénith est **entre 3h et 7h**. L'angle horaire se calcul comme suit : $AH = TSML - AD$ c.-à-d. le temps sidéral moyen local moins l'ascension droite. Il faut donc déterminer la période dans l'année où ces cibles pourront être observables sans risque. En cas de doute, demandez à l'astronome de soutien.

Réduction des données

L'équipe du Laboratoire d'Astrophysique Expérimentale de l'Université de Montréal a développé un ensemble de logiciels pour la réduction des données de CPAPIR. En plus de vos données brutes, vous recevrez aussi les données réduites de vos observations. Ces données incluent une calibration astrométrique et photométrique. Puisque les données passent par un pipeline générique, les données réduites devront être évaluées pour déterminer si elles sont aptes à être utilisées pour la science. Il se pourrait que vous deviez retourner aux données brutes pour améliorer la calibration. L'astronome de soutien pourra vous guider.

Calibration photométrique

Vu la taille du champ de CPAPIR, vous aurez toujours un nombre important d'étoiles du catalogue 2MASS dans chacune de vos images (50 aux pôles galactiques, 15 000 vers le centre galactique).

Il est donc toujours possible de faire une calibration photométrique raisonnablement précise (de l'ordre du %) des données. Vous pouvez donc observer même s'il y a quelques nuages dans le ciel sans avoir à observer de standard de flux. Les logiciels de réduction des données de CPAPIR incluent cette calibration. Notez que le filtre J de CPAPIR est plus étroit que le filtre J de 2MASS, et évite les bandes d'absorption de l'eau au-delà de 1.34 μm . Le filtre de CPAPIR correspond au filtre J dit "Mauna Kea" (Jmko).

Étapes d'observation avec CPAPIR

Ordinateur d'acquisition : io

Nom d'utilisateur: cpapir

Mot de passe: voir l'assistant de nuit

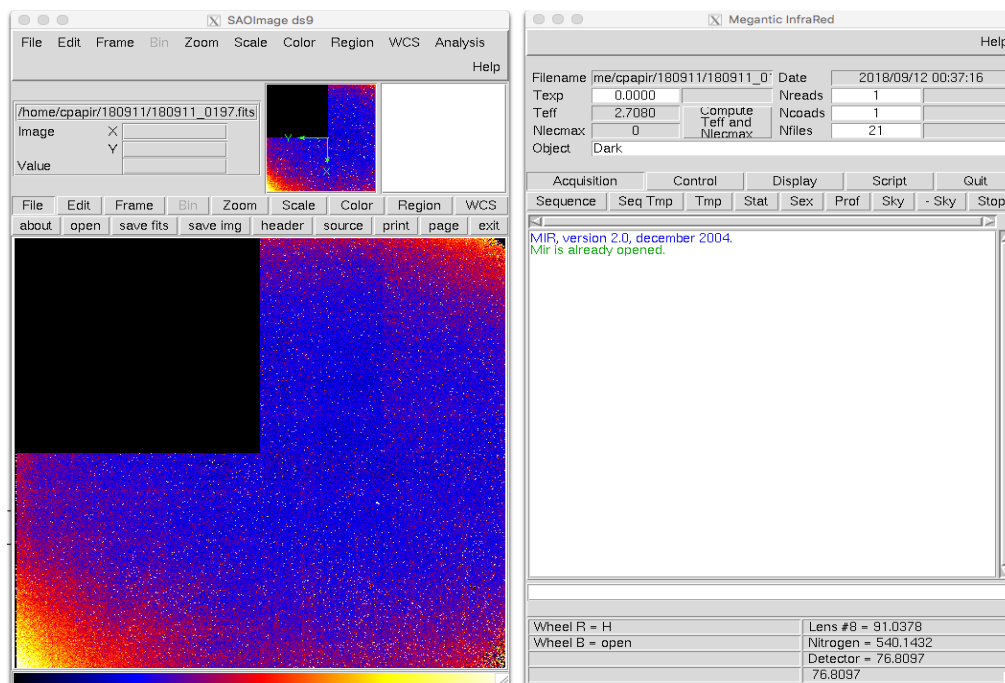
Système d'acquisition : mir omm

Après un changement d'instrument

L'assistant de nuit aura vérifié que la fenêtre de CPAPIR est propre. En principe, la fenêtre et le débit d'air (qui empêche la formation de buée et de frimas) devraient être vérifiés à chaque début de nuit.

L'assistant de nuit se charge de préparer l'instrument, et de s'assurer de déplacer la sonde de guidage à l'extrémité du champ de CPAPIR. Si ce n'est déjà fait, on verra la sonde prendre une bonne partie du champ. Si vous voyez cet ombrage, avertissez l'assistant de nuit.

Pour lancer l'interface d'acquisition: On tape **mir omm** dans un terminal (/home/cpapir/). Le répertoire de la nuit en question est à ce moment créé automatiquement, et les images prises seront enregistrées dans celui-ci. Deux fenêtres apparaîtront à l'écran: la fenêtre de droite est celle appelée **Megantic InfraRed**, la fenêtre à gauche est celle du **ds9**. (**Notez** que le détecteur n'a que 3 quadrants fonctionnels depuis quelques années alors la position initiale de la cible sur le détecteur doit être décidée d'après le programme scientifique.)



Dans la fenêtre du **Megantic InfraRed**, on doit vérifier la température du détecteur avant de faire d'autres manipulations. Dans la barre de commande, on tape **t4**. Si les températures sont

typiques: Lens #8 = 92, Nitrogen=82 (Note: la sonde de cette température ne donne plus la vraie valeur), Detector=76, on peut passer à la prochaine étape. Sinon, demandez à l'assistant de nuit de vérifier les températures directement sur l'instrument (sur l'écran lumineux). Si nécessaire, l'assistant fera le plein d'azote. Si vous croyez qu'il y a un problème, il faut prévenir l'assistant de nuit.

Dans la fenêtre du **Megantic InfraRed**, on doit initialiser les roues à filtre au début de la nuit. On va dans l'onglet **FILTERS**, et on initialise la roue à filtre rouge et en ensuite bleue. Lorsque les positions **home** sont trouvées sur les deux roues à filtres, on peut sélectionner le filtre désiré pour les observations. Note: en 2018, nous avons remarqué que parfois, la roue à filtre ne s'initialise pas bien. En cas de doute, l'assistant de nuit devra vérifier visuellement la position du filtre dans l'instrument.

Pour prendre des poses, dans la fenêtre du **Megantic InfraRed**, on va dans l'onglet **Acquisition**.

On peut choisir les options suivantes :

Tmp : prendre des images temporaires, chacune d'entre elles s'enregistre par-dessus la précédente. Fonction utilisée si vous voulez rapidement voir votre cible par exemple.

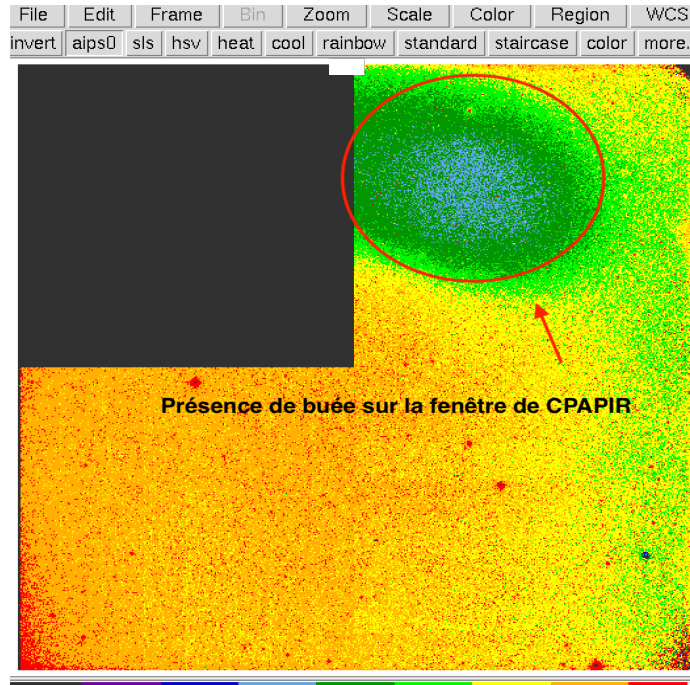
Attention : lorsque vous utilisez une fenêtre avec IDL ouvert, et si vous faites une pose **Tmp**, il y a une très grande probabilité que l'ordinateur **io** plante ! Donc, il faut toujours faire un **exit** de IDL avant.

Sequence : les images sont enregistrées sous le nom: YYMMDD_0001.fits, etc... L'incréméntation se fait même si on efface des images. Mais, **NE JAMAIS** effacer d'images au cours de la nuit ! En cas de problème, laissez un commentaire dans le log des observations et l'astronome de soutien s'occupera d'évaluer les images, et rejeter celles avec des problèmes sérieux au besoin en contrôlant de DATATYPE de l'image avec le mot clé « REJECT ».

Lorsque la fenêtre s'ouvre, le Nord est vers le haut et l'Est vers la gauche. À ce stade, vous devriez réarranger les quadrants du détecteur en utilisant le script IDL **quadrant_shifteur** : 1) assurez-vous que vous n'avez pas de fenêtre avec **IDL** ouvert, 2) prenez une pose **Tmp**, 3) dans une fenêtre, tapez **idl** et ENTER, et ensuite, entrez la commande **quadrant_shifteur** et ENTER. Lorsque le script est terminé, il est important de vérifier que le script a bien fonctionné : 1) exit de la fenêtre **IDL**, 2) reprenez une pose **Tmp**.

Formation de buée

Si vous voyez une structure de type "blob" apparaître soudainement dans les images, il se pourrait que ce soit une formation de buée (ou de frimas) sur la fenêtre de la lentille (voir un exemple plus bas). Demandez à l'assistant de nuit de vérifier, 1) le débit d'air du tuyau qui sert à empêcher la buée et le frimas de se former, 2) la position du tuyau d'air de la fenêtre, si tout est beau, 3) de vérifier si la porte de la salle du compresseur (en bas) est entre-ouverte ou fermée. Elle doit être légèrement ouverte, car le compresseur dégage beaucoup de chaleur qui peut être nuisible au bon fonctionnement du compresseur. Il se pourrait aussi que ce soit dû à un concours de circonstances impliquant la température et l'humidité ambiante à l'intérieur du dôme et à l'extérieur. Si la buée se dissipe, il est important de reprendre votre observation, car il est très difficile de corriger cette zone affectée, d'autant plus que les comptes peuvent avoir diminué de moitié dans la zone affectée par la buée.



Mise au foyer

Faites d'abord un foyer grossier avant de lancer le script de foyer. Le script va fonctionner si vous avez une étoile, et non un beigne, au moment où vous lancez la séquence. En cours de nuit, il sera important de vérifier le foyer régulièrement, surtout si les températures du miroir primaire, de l'intérieur du dôme, et à l'extérieur, ont changées de quelques degrés.

Nous avons un programme IDL qui permet de faire le foyer automatiquement. Vous pouvez le lancer en entrant dans IDL (tapez **idl** et ENTER). Vous devez travailler dans le répertoire /home/cpafir/. Entrez ensuite la commande **focus**, et ENTER et attendez. Le programme va prendre deux images de ciel et faire un scan sur les positions du foyer, analyser les images pour vous (ça peut prendre 1-2 minutes après la dernière image avant d'aboutir), et vous présentera un graphe "FWHM versus position du foyer" et vous proposera une position 'optimale'. Vous pouvez accepter ou refuser d'aller à cette position. N'acceptez pas aveuglément, parfois le programme se plante et veut envoyer le foyer très loin de la position actuelle. Après un premier essai, il est bon de refaire la commande **focus** pour vérifier et optimiser le foyer. L'assistant de nuit pourra vous assister si vous avez de la difficulté avec ce script.

Ne pas oublier de refaire le foyer durant la nuit, puisque les étoiles dans les coins du détecteur seront plus affectées par les fluctuations de température.

Ancienne méthode de mise au foyer (à utiliser si la méthode ci-dessus ne fonctionne pas).

Il faut faire un exit de IDL si le code est ouvert. Pour faire le foyer, on prend des images temporaires. Puisque le champ de CPAPIR fait 30' x 30', les extrémités du détecteur déforment un peu plus les étoiles, ainsi on souhaite faire un compromis entre les étoiles au centre et celles dans les coins du détecteur. Afin de moyenner les turbulences du ciel, on prend des images temporaires d'environ 5 secondes. On sélectionne une étoile près du centre du détecteur (l'amplitude du signal de celle-ci ne devrait pas dépasser 10 000 comptes) en l'encadrant et par

la suite, on appuie sur le bouton SEX. De cette façon, on obtient le FWHM pour cette étoile. On reprend immédiatement une autre image et on fait la même chose. On essaie alors d'optimiser le FWHM en le minimisant pour les étoiles près du centre du détecteur. Par la suite, on essaie de faire la même chose avec les étoiles dans le coin supérieur droit et celui inférieur gauche. Tout en essayant de garder la valeur la plus petite possible pour les étoiles dans le centre du détecteur.

Les observations

Lorsque le foyer est fait, on est prêt à faire nos observations. À ce stade, il est bon de vérifier que vous n'avez pas de fenêtre avec **idl** ouverte, si oui, faire un **exit** d'IDL.

Des scripts d'observations pour des sources ponctuelles (champs d'étoiles) (**script_sp**) et pour des sources étendues (galaxies) (**script_se**) sont disponibles. Ceux-ci devraient être suffisants pour la plupart des cibles à observer (voir **Patron de déplacement** plus bas). Les scripts peuvent être appelés directement à partir de la ligne de commande dans /home/cpapir/, et les scripts en tant que tels sont situés dans les répertoires /home/cpapir ou /home/cpapir/scripts_OMM/. **Attention**, ces scripts ne sont pas en format IDL donc vous tapez le nom du script dans une fenêtre. Par contre, vous pouvez aussi développer vos propres scripts en prenant exemple de scripts déjà disponibles. Svp, veuillez bien identifier vos scripts (en ajoutant votre nom ou vos initiales par exemple) pour éviter d'effacer les scripts déjà existants. Ne pas oublier de copier vos scripts dans le répertoire de la nuit.

Si quelque chose survient et qu'on doit arrêter à tout prix le script, alors on tape dans le terminal, où l'on a parti le script, **CTRL-C**. Ensuite dans la fenêtre de **Megantic InfraRed**, on appuie sur **Stop**, et puis **Resume**.

Pour faire une pause durant le script (à cause des nuages ou bien si le télescope ne répond plus par exemple), on doit taper **CTRL-Z** dans le terminal où on a lancé l'interface d'acquisition **mir omm**. Pour le reprendre par la suite, tapez **fg** dans cette même fenêtre.

Si le télescope ne répond pas, dans le terminal où on a lancé l'interface d'acquisition **mir omm**, on tape **telinfo -msg** et on devrait voir les informations typiques: RA, DEC, AIRMASS. Sinon, on demande à l'assistant de nuit de vérifier son interface. Vous devrez faire **telinfo -msg** chaque fois que vous changez de cible pour documenter les déplacements du télescope jusqu'à ce que l'assistant de nuit puisse identifier et régler le problème.

Saturation

La magnitude où une source aura 25 000 ADU pour le pixel le plus brillant de la PSF (c.-à-d. elle sera presque saturée) est de :

Bande	Temps de pose	Magnitude
J	20 sec	11 (seeing de 3 arcsec), 12 (seeing de 2 arcsec)
H	10 sec	10-11 dépendant du fond de ciel variable entre 5000 et 12000 ADU/10s
K	8 sec	9-12 dépendamment du fond du ciel variable de 3000 à 10 000 ADU/8s. Faire particulièrement attention l'été lorsque le fond de ciel est maximal à

		cause de la température ambiante élevée. Il est même possible que vous ne puissiez pas utiliser la bande K en été.
--	--	--

Cibles très brillantes

Temps de pose	Bandes
5.2 sec	BrGamma, saturation 25000 comptes ; $K_s=6.1\pm 0.2$
5.2 sec	CONT1, saturation 25000 comptes ; $K_s=8.7\pm 0.4$
5.2 sec	CONT2, saturation 25000 comptes ; $K_s=6.4\pm 0.1$
5.2 sec	H2, saturation 25000 comptes ; $K_s=6.3\pm 0.3$

Rappel : un temps de pose de 0 sec n'existe pas avec CPAPIR, car le temps de pose minimum est de 1.35 sec. Et, le temps d'intégration est toujours un multiple de 1.35 sec.

Patron de déplacement (dither)

Vous devez spécifier le patron de déplacement (dither) à utiliser pour vos observations. Notez que le champ de CPAPIR n'est plus 30'x30' à cause d'un quadrant défectueux. Il se pourrait que ceci affecte la façon dont vous choisirez votre patron de déplacement.

Votre projet tombe probablement dans une des catégories suivantes :

Photométrie précise d'une seule source

Si vous désirez obtenir la courbe de lumière la plus précise possible d'une source ponctuelle (voir Artigau et al., 2009, ApJ, 701, 1534), on effectue un patron de déplacement dans une boîte de 30"x30" avec le script **script_sp**. Cette stratégie minimise les effets d'illumination du flat et permet d'atteindre une précision de quelques milli-magnitudes pour des sources brillantes.

Champ stellaire sans source étendue

Si vous observez un champ stellaire sans source étendue importante ($>1'$), on utilisera un patron de déplacement à l'intérieur d'une boîte de 5'x5'. Ce patron vous donnera une sensibilité à peu près uniforme dans le champ, et une bonne soustraction du ciel. Pour observer ces sources, il est fortement suggéré d'utiliser le script **script_sp**.

Champ avec des sources étendues de moins de 15'

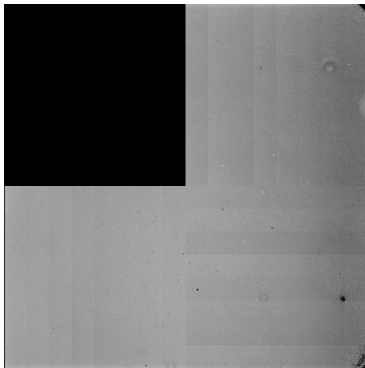
Si vous avez des sources étendues importantes dans votre image (plus de 1', mais moins de 15'), on utilisera un patron qui déplace la source dans les "quatre coins" du détecteur. On obtiendra ainsi une bonne soustraction du ciel tout en conservant toujours la cible dans le champ. Pour observer ces sources, il est fortement suggéré d'utiliser le script **script_se**.

Champ avec des sources étendues de plus de 15'

Si vous avez des sources étendues qui couvrent plus de la moitié du champ de CPAPIR, des images du ciel devront être prises en déplaçant la cible hors du champ. Dans ce cas, le temps nécessaire pour réaliser les observations seront environ le double de la durée nominale des observations, vous devrez donc multiplier le temps d'intégration demandé par 2 pour ce type d'observation par rapport aux valeurs données plus haut.

Calibration

Plage uniforme (flat) et courant sombre (dark)



Plage uniforme (flat)

Les plages uniformes (flats) servent à calibrer la réponse des pixels. Cette réponse varie de quelques pourcents entre des pixels voisins et d'environ 20% d'un bout à l'autre du détecteur. Les plages uniformes sont prises en observant l'écran de calibration situé dans le dôme, et doivent avoir un flux moyen compris entre 5000 et 20 000 comptes. Le temps de pose doit être ajusté pour obtenir le nombre de comptes voulu, et on prend normalement une dizaine de plages uniformes. On doit obtenir des plages uniformes toutes les nuits dans toutes les bandes utilisées au courant de la nuit. La structure à grande échelle des plages uniformes change d'un filtre à l'autre. Nous avons un script (**domelflats_allfilters**) spécialement développé pour prendre les plages uniformes.

Prise des flats (plages uniformes) : nouvelle méthode

Normalement, cette étape est faite à la fin de la nuit, mais si la météo n'est pas clémente en début de nuit, ou même en milieu de nuit lorsque vous êtes en arrêt d'observations, vous pouvez faire les domelflats et les darks (au besoin).

Il y a un script **IDL** qui fait les flats. Ce script prend des poses de test pour vérifier le niveau d'illumination de l'écran de flats, propose des temps de pose, ces temps sont acceptés ou refusés par l'observateur, et la séquence prend ensuite la série de flats ON et OFF. Un ajustement du voltage des lampes vous aidera à optimiser le temps de pose et le temps d'exécution du script. L'assistant de nuit vous assistera dans ces choix.

Allez dans le répertoire racine (tapez `cd /home/cpapir` dans un terminal)

Lancez une session IDL (tapez **idl** dans un terminal).

Demandez à l'assistant de nuit d'allumer les lampes de l'écran du dôme.

Lancez la séquence de flats en entrant **domeflats_allfilters** et suivez les instructions.

Pour certains filtres, comme la bande K, notez que lorsque la température intérieure (et extérieure) est élevée (fin du printemps jusqu'en automne), il se pourrait que les comptes dans les images OFF soient assez élevés, et même saturés. Par exemple, il n'est pas possible d'observer de façon adéquate dans les bandes telles que K et BrGamma durant cette période. La table suivante indique le nombre moyen de comptes lorsque les lampes sont allumées vs. lorsqu'elles sont éteintes, en fonction d'une série de filtres. Les données ont été obtenues le 11 septembre 2018, et les températures du dôme et du miroir primaire étaient environ **13 Celsius**.

Filtre	Lampe ON	Lampe OFF
I	19500	280
J	19500	350
H	19500	710
H2	20700	6995 (vue comme un ON)
Hel	21300	1430
Hell	19100	9300 (vue comme un ON)
BrGamma	19500	8000 (vue comme un ON)
PaBeta	19700	230
Dark	N/A	30

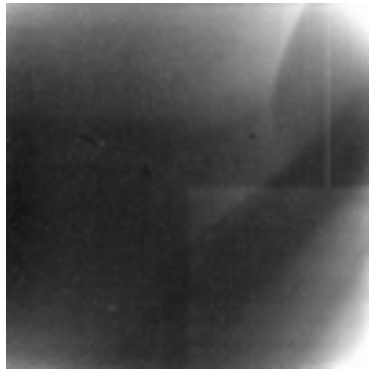
Donc, si les comptes sont trop élevés dans les prises OFF, le pipeline de réduction va considérer ces OFF comme étant des prises ON, et il ne sera pas possible d'évaluer le niveau OFF.

Prise des flats : ancienne méthode (mais il faut privilégier la nouvelle méthode)

Si on a utilisé que le filtre J, par exemple, on peut lancer le script **flats_J** qui se trouve dans le répertoire `/home/cpapier/scripts_OMM/`. Pour les autres filtres, il y a également un script à leur nom. Il faut regarder dans le script pour savoir à quel voltage mettre les lampes pour avoir environ 20 000 comptes, mais un test avec une image **Tmp** est de mise pour optimiser le voltage vs. le temps de pose. Pour chaque filtre et pour chaque séquence, on s'assure que la moyenne est environ de 20 000 comptes.

La nouvelle méthode demeure celle que l'on doit privilégier, car elle est plus efficace en termes d'ajustement du nombre de comptes versus le temps que prend le script à compléter.

Prise des darks



Dark

Même en l'absence d'illumination, le détecteur va recevoir un certain nombre de photons. Il s'agit en partie de radiation thermique qui provient de différentes composantes de l'instrument (enceinte chaude, électronique, etc.) et en partie de 'courant sombre' provenant de l'électronique du détecteur lui-même. En général, cette illumination n'a que peu d'importance pour les observations CPAPIR, car cette contribution est soustraite au moment de la création des images de 'ciel'.

Si vous avez besoin de cette calibration pour votre projet, il est recommandé de prendre une série d'images sombres avec le temps de pose utilisé pour les plages uniformes (flats), et pour le temps de pose utilisé pour vos objets. Si ces images diffèrent substantiellement de celle illustrée ici, veuillez prévenir l'astronome de soutien qui en discutera avec Philippe Vallée et Étienne Artigau. Les images sombres ont en général un flux moyen de quelques comptes par seconde.

On lance le script **script_dark** (qui n'est pas un script IDL, attention) qui se trouve dans le répertoire /home/cpafir/scripts_OMM/.

Sauvegarde des données en fin de nuit et le pipeline de réduction

Les données sont sauvegardées sur les serveurs d'archives à Montréal par l'astronome de soutien. Par la suite, les données sont analysées par un logiciel qui met le metadata des images au propre, et y ajoute l'astrométrie. Les données passent ensuite par un pipeline de réduction.

Le matin suivant les observations, l'astronome de soutien s'occupera de : 1) faire une copie des données à Montréal, 2) vérifier les données brutes et le log des observations, 3) partir le script de réduction des données, 4) vérifier le résultat de la réduction, 5) archiver les données au CADC et sur les tours d'archives de l'observatoire, et 6) préparer les données et le log des observations pour un transfert vers l'investigateur principal (PI).

Résumé des commandes pour mir omm

	Commande	Explication
Ouvrir mir omm	mir omm	dans un terminal, lance l'interface d'acquisition, ouvre la

		fenêtre d'acquisition Megantic InfraRed et la fenêtre ds9
Température	t4	dans la barre de commande, t4 lit la température du détecteur
Arrêt d'un scripts	boutons Stop et Resume	pour arrêter un script en cas de problème, faire ctrl-z dans la fenêtre où on a lancé mir omm , ensuite faire Stop et Resume dans la fenêtre Megantic InfraRed
Pause d'un script	fg	pour faire une pause durant un script en cas de problème, faire ctrl-z dans la fenêtre où on a lancé mir omm , ensuite faire fg dans cette même fenêtre pour reprendre
Le télescope ne réponds plus	telinfo -msg	si le télescope ne répond pas, dans la fenêtre où on a lancé mir omm , on tape telinfo -msg

Annexe pour CPAPIR

Observations en bande I pour photométrie très précise

CPAPIR possède un filtre I, mais celui-ci diffère des filtres utilisés avec les CCDs. Pour bien calibrer la photométrie entre les deux systèmes, on observe des champs standards. Vous devez observer le champ standard le plus près du méridien et mettre comme nom d'objet **STANDARD_I**. Si vous hésitez entre deux champs, prenez celui qui contient le plus d'étoiles tardives. Ces champs ont été observés par le relevé SDSS et on a une bonne variété de couleurs r-i et i-J dans le champ. Voici la liste de champs standards à utiliser :

RA (2000)	DEC (2000)	Nombre d'étoiles tardives
00:20:54	-00:40:5	M0(11x) M1(2x) M2(9x) M3(5x) M4(1x)
02:35:24	-00:07:45	M0(1x) M1(2x) M2(1x) M3(2x) M4(2x)
07:53:31	+20:10:52	M2(1x) M3(1x) M4(1x) M6(1x)
08:58:39	+28:28:53	M2(4x) M3(3x) M4(1x)
10:12:25	+33:07:40	M2(2x) M3(2x) M5(1x)
12:10:43	-00:09:60	M0(6x) M1(1x) M2(4x) M4(1x)
15:44:52	+31:58:27	M2(3x) M3(1x) M5(1x)
16:18:46	+07:43:21	M2(3x) M3(1x) M5(1x)

21:11:51	-00:38:06	M3(2x) M4(2x) M5(1x)
23:41:58	-00:39:03	M0(3x) M1(2x) M2(2x)

Commandes à utiliser

nom du script : **script_sp**

entrer le nom de l'objet : STANDARD_I

entrer le # du filtre : choisir le filtre I

entrer le temps d'exposition : 20

entrer le nombre de lectures : 1

entrer le nombre de coadditions : 2

entrer le nombre de fichiers par position : 2

entrer l'amplitude des déplacements (arcmin): 2

Aide mémoire : les commandes LINUX

- Pour ouvrir un terminal : Bouton de droite, tools et terminal
- Pour entrer dans un répertoire (exemple) : `cd 070820`
- Pour voir défiler tout ce qui se trouve dans le répertoire où nous sommes. Exemple, si on est dans le répertoire 070820 et on tape `ls`, on verra les images et scripts, etc.. dans ce répertoire.
- Pour savoir dans quel répertoire on est, on tape `pwd`
- Fermer les procédés dans le terminal: `quit`
- Fermer le terminal : `exit`
- Fermer la fenêtre de **Megantic InfraRed**: appuyez sur l'onglet **Quit**
- Pour ouvrir une image dans **ds9**
Aller dans **File / Open**
Sélectionner le répertoire (double-click) dans **Directory**:
Sélectionner une image (double-click) dans **Files**:

En cas de problème avec l'ordinateur

- L'ordinateur de CPAPIR redémarre spontanément :

L'assistant de nuit va s'occuper de vérifier et redémarrer l'ordinateur en suivant ces consignes : Si l'ordinateur de CPAPIR redémarre spontanément plusieurs fois quand on observe, il peut y avoir un problème avec la fibre optique. L'assistant de nuit devra vérifier que la fibre est bien branchée dans l'ordinateur et dans le contrôleur SDSU et, au besoin, de nettoyer la fibre. Ce problème devra être rapporté à l'astronome de soutien et Philippe Vallée.

- L'ordinateur de CPAPIR fige :

Pour repartir l'ordinateur, appuyez simultanément sur les boutons: **STOP** et **a**

Dans la nouvelle fenêtre, tapez **sync**

Si l'ordinateur ne répond pas alors on appuie sur le bouton d'arrêt pendant quelques secondes, jusqu'au moment où l'ordinateur s'éteint par lui-même. Par la suite, l'ordinateur vérifie les différents disques, dans le meilleur des cas, la fenêtre pour s'enregistrer apparaît.

- Si on arrive dans le compte CPAPIR et que le dossier /home/cpapir/ n'est pas accessible, il faut faire un **fsck**. Passez en mode super user, et exécuter les commandes suivantes :

su

mot de passe root (voir l'assistant de nuit)

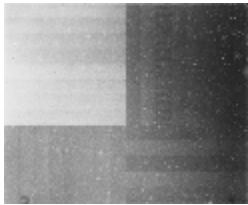
fsck -y

attendez plusieurs minutes que le fsck se complète

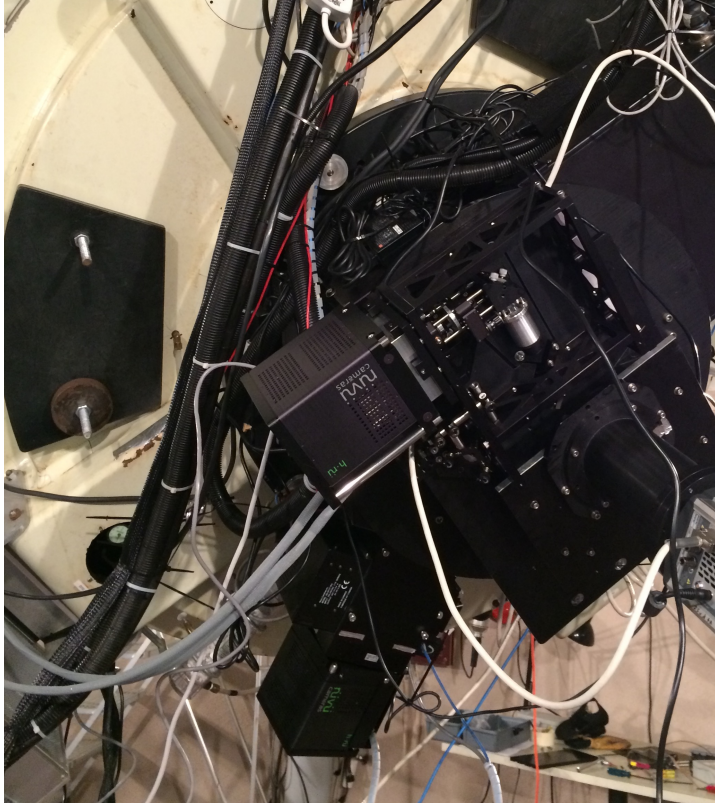
reboot

Zébrures sur un quadrant

Un problème rare qui n'a été vu qu'à quelques reprises. Il s'agit probablement d'une interférence entre la lecture des quadrants et un signal 60 Hz. Ce problème n'empêche pas d'observer, mais **DOIT** être rapporté à l'astronome de soutien qui contactera Philippe Vallée. Évitez de mettre votre cible sur le quadrant affecté!



Zébrures



Observer avec PESTO

PESTO est une caméra développée par François-René Lachapelle sous la direction de David Laferrière à l'Université de Montréal. La caméra, quoiqu'optimisée pour le chronométrage de transits d'exoplanètes, sert aussi à obtenir des images ayant besoin d'une excellente précision photométrique à un taux d'échantillonnage élevé. Elle est entrée en fonction en 2017.

Ce manuel a pour but de rassembler toute l'information nécessaire pour vous permettre de rédiger une demande de temps, et pour vous décrire les étapes à suivre pour utiliser la caméra et son système d'acquisition. Cette caméra est refroidie par effet Peltier.

Checklist

Un **checklist** résumant en quelques lignes les étapes de base pour observer avec l'instrument PESTO est disponible dans la salle de contrôle de l'observatoire.

Demande de temps

Caractéristiques de bases de l'instrument à OMM

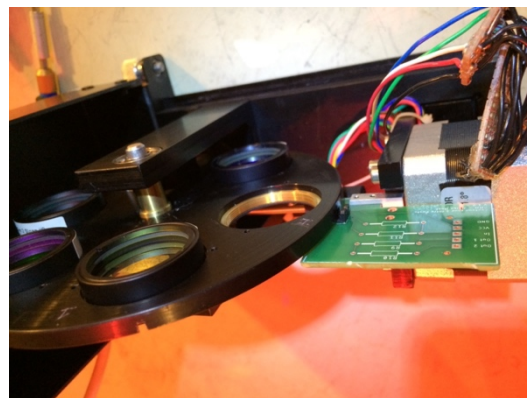
Champ de vue à OMM	7.95'x7.95'
Échantillonnage à OMM	0.466" / pixel
Détecteur NüVü	1024x1024 pixels, EMCCD
Temps de lecture minimum en mode conventionnel	1070 milli-secondes
TimeStamp	GPS

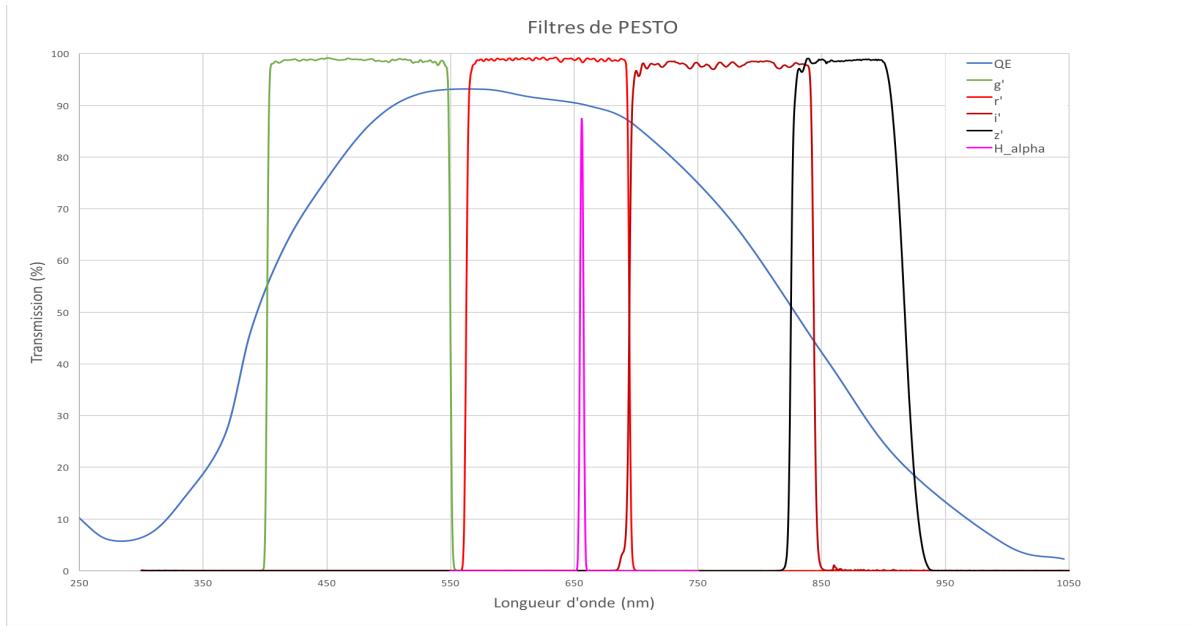
Filtres disponibles

Il y a 6 positions dans la roue à filtres, dont une position vide pour permettre les observations sans filtre. Les filtres disponibles sont : g' , r' , i' z' et Halpha manufacturés par la compagnie ASTRODON (photometric sloan filters).

Notez que des filtres supplémentaires peuvent être ajoutés rapidement durant les missions. La taille des filtres est de 1.25".

Filtre	λ nm	$\Delta\lambda$ nm
g'	--	401-550
r'	--	562-695
i'	--	695-844
z'	--	826-920
Ha	656.3	3





Courbes de transmission des filtres disponibles

Modes d'observations

Mode #	Mode	Horizontal (MHz)	Vertical (MHz)	max ADU	min t exp (ms)	Read-out noise	Clock induced charges
1	EM	10.0	1.0	5888	115.109341	93.90	0.0014514
2	EM	10.0	0.8	5919	115.936076	93.90	0.0042463
3	EM	10.0	0.2	5926	125.443281	93.90	0.0042547
4	Conv	3.3	0.8	13645	327.777129	13.38	
5	Conv	3.3	1.0	12173	327.131633	13.38	
6	Conv	3.3	0.2	13992	327.459564	13.38	
7	Conv	1.0	0.8	15080	1069.935590	8.17	
8	Conv	1.0	1.0	13453	1069.290095	8.17	
9	Conv	1.0	0.2	15464	1079.618024	8.17	
10	Conv	0.1	0.8	15997	10612.853048	4.08	
11	Conv	0.1	1.0	14271	10612.207554	4.08	
12	EM	20.0	1.0	4796	59.914768	198.94	0.0005590
13	EM	20.0	0.8	4822	60.586334	198.94	
14	EM	20.0	0.2	4827	70.248709	198.94	
15	EM	5.0	1.0	5337	221.279462	61.33	0.0002145
16	EM	5.0	0.8	5365	222.106199	61.33	
17	EM	5.0	0.2	5371	231.613404	61.33	
18	EM	1.0	1.0	5760	1070.332104	22.58	0.0085495
19	EM	1.0	0.8	5791	1071.158838	22.58	
20	EM	1.0	0.2	5797	1080.666044	22.58	

Étapes d'observation avec PESTO

Ordinateur d'acquisition : pesto-epona (a.k.a. lyra)

Nom d'utilisateur: pesto

Mot de passe: voir l'assistant de nuit

Système d'acquisition : pinenuts

La première étape est d'exécuter le script qui ouvrira l'interface graphique d'acquisition **PineNuts**. Sur le bureau de l'ordinateur, il y a un raccourci **PineNuts_script**, un double clic sur cette icône ouvrira l'interface graphique.

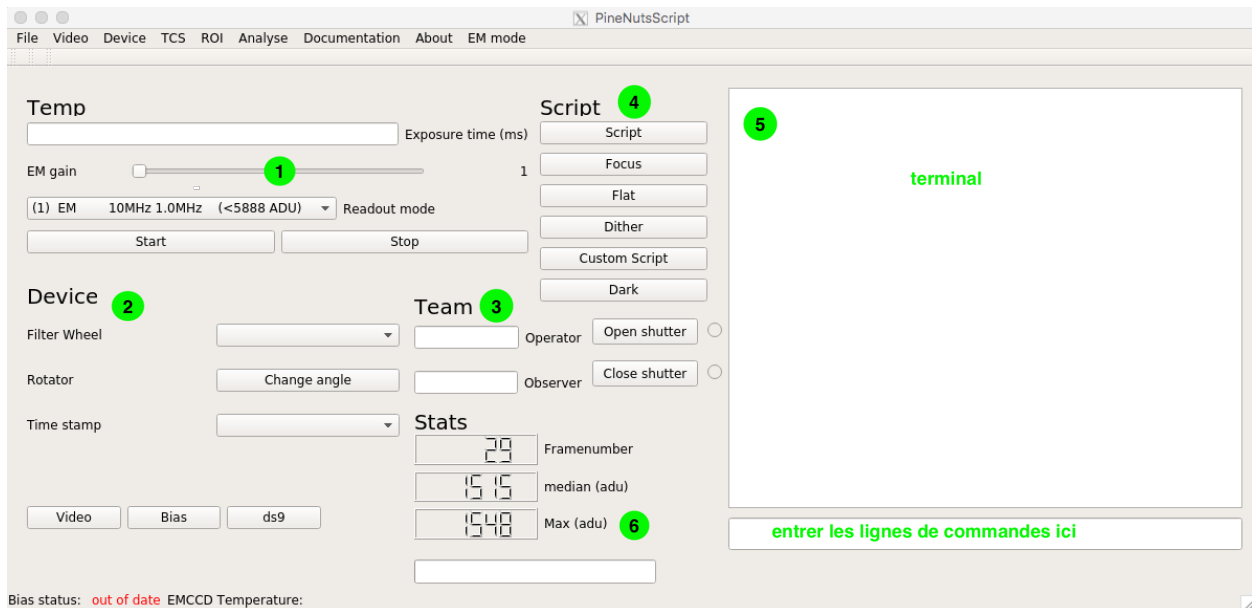


Figure 1: Interface graphique de PineNuts Script

Programme Pesto / Caméra

Dans le menu, sous l'onglet *Device / Camera / Open*, il faut cliquer sur **Open** pour ouvrir le programme **Pesto**. Le programme affichera, dans le terminal, une liste de toutes les caméras trouvées sur le réseau de l'observatoire. En général, une seule caméra devrait être présente. On doit alors simplement entrer le chiffre de la caméra dans la ligne sous le terminal et l'on appuie sur la touche retour. Ce chiffre est indiqué par la valeur dans **Index**. Il faut donc entrer la valeur **0** (voir figure 2).

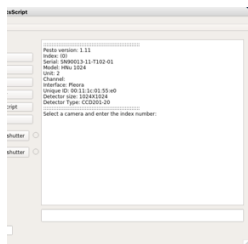


Figure 2: Dans cet exemple, choisir la valeur 0.

Interface graphique

La figure 1 montre l'interface graphique du logiciel. La section 1 est utilisée pour configurer le temps d'exposition en *milliseconde*, le mode de lecture, le gain EM ainsi que les boutons (start/stop) qui permettent de démarrer et arrêter les acquisitions.

La section 2 de l'interface permet de contrôler les différents dispositifs mécaniques et électroniques de l'instrument. C'est dans cette section que l'on configure le *timestamp* de la caméra, la position de la roue à filtres, ainsi que l'angle du rotateur de champ. **N.B.**, la version présente de l'interface ne permet pas de contrôler la rotation du champ. Il faudra donc demander à l'assistant de nuit de faire cette manœuvre manuellement si le champ de votre cible requière un changement de rotation.

Dans la section 3, on entre les noms de l'observateur et de l'opérateur du télescope. On doit impérativement inscrire le nom et le prénom de l'opérateur et de l'observateur. Il est très important de mettre les noms au complet (prénom et nom de famille, et en respectant la majuscule pour la première lettre), car l'information est transmise à divers niveaux d'archives. De plus, on ne doit pas laisser d'espace entre le prénom et le nom de l'opérateur (exemple, JulienHuot) et de l'observateur (exemple, JonathanStAntoine).

La section 4 de l'interface graphique permet de lancer des scripts. Une description de chaque script est donnée à la section **Scripts d'observation** du présent document.

La section 5 est le terminal dans lequel les sorties du programme **Pesto** seront redirigées.

Finalement, la section 6 de l'interface est composée d'une barre de statut ainsi que d'une section d'analyse des données en temps quasi réel. Les incréments sont affichés toutes les 2 secondes et les statistiques sont affichées toutes les 5 secondes.

Timestamp

La plupart des observations se font avec **Timestamp = GPS**. Il est donc très important de vérifier que ce choix est sélectionné.

Lorsque **Timestamp** est sur le **GPS**, vous allez voir deux keywords apparaître dans le metadata (**CTRLTIME** et **CTRLMFL**) (figure 3). Il est important de vérifier le metadata des premières images. Si vous ne voyez pas ces deux keywords, même si vous avez sélectionné **GPS**, il faut avertir l'assistant de nuit.

```

SIMPLE = T / file does conform to FITS standard
BITPIX = 16 / number of bits per data pixel
NAXIS = 2 / number of data axes
NAXIS1 = 1024 / length of data axis 1
NAXIS2 = 1025 / length of data axis 2
EXTEND = T / FITS dataset may contain extensions
COMMENT = FITS (Flexible Image Transport System) format is defined in 'Astronomy
COMMENT = and Astrophysics', volume 376, page 359; bibcode: 2001A&A...376..359H
BZERO = 32768 / offset data range to that of unsigned short
BSCALE = 1 / default scaling factor
NAXIS3 = 1 / length of data axis 3
CTRLTIME= 2018-10-03 18:35:04.724499' / Time when this image's readout was comp
CTRLMFL= 4 / Status of the timestamp (zero for internal; non
HOSTTIME= 101758.618041379 / The number of milliseconds since the last host
DATE = '2018-10-03T18:36:00:606924' / File creation date and time (YYYY-MM-DD
SYNC TOD= '18:36:00.604165' / Time-of-day on the system when these parameters
RETD TOD= '18:36:00.604110' / Time-of-day on the system when this frame was r
AMP_TYPE= 'EM' / The amplifier type
V_FREQ = 1000000 / The vertical scan rate frequency in Hz

```

Figure 3 : Metadata avec les deux keywords présents si **Timestamp = GPS**.

Préparation avant de commencer les observations scientifiques

Avant de commencer l'acquisition de données sur un objet, on doit souvent vérifier que les paramètres inscrits dans le plan de nuit sont exacts. Il se peut aussi que l'on doive optimiser le gain pour obtenir un certain nombre de photons par images, faire des rotations de champs, ou changer le mode de lecture. Toutes ces actions se feront dans la fenêtre principale du programme. Règle générale, on veut choisir le mode de lecture (EM ou conventionnel), si le mode EM est sélectionné, on veut mettre le gain au minimum à 10. Ensuite, on sélectionne le timestamp ainsi que le filtre avec lequel les observations seront conduites. Il est important d'inscrire les noms de l'observateur et de l'opérateur dans les cases appropriées. Ensuite, une première correction du **bias** s'impose. Cliquez sur le bouton **bias**. Une fois que toutes ces actions ont été faites, on peut peser sur le bouton **start** et **video** dans cet ordre. On devrait alors voir un flux d'image s'afficher à l'écran ainsi que l'incrément et les statistiques des images.

On peut maintenant ouvrir l'obturateur de la caméra en pesant sur le bouton **Open shutter**. **N.B.** À chaque fois que le temps d'exposition ou le gain doit être modifié, on doit peser sur **stop**, faire les changements, probablement refaire une correction du **bias**, et redémarrer une acquisition en pesant sur **start**. Pour le **bias**, s'il y a une correction à faire, le mot changera en rouge. Par le passé, il est déjà arrivé que le **bias** ait besoin d'être recorrecté, mais que le mot n'ait pas changé au rouge. En cas de doute, refaire **bias** avant de poursuivre. Une façon rapide de vérifier que le **bias** est optimisé est en regardant le keyword **BIAS** de la nouvelle image suivant les changements. Cette valeur doit être : **BIAS = 1** (voir figure 4)

```

F4NOM = ' ' / Identification F4
BIAS = 1 / 0->bias out of date, 1-> bias up to date
FWOVER = 0 / 0->filter position set by the filter wheel, 1->

```

Figure 4 : Metadata avec **BIAS =1**, où le **bias** est corrigé

Faire le foyer

Nous avons un nouveau script de foyer qui se nomme « **focus** » (janvier 2021) et qui se lance en ligne de commande dans un terminal. C'est celui qui est privilegié dorénavant.

Note : si le script de foyer « **focus** » démontre des problèmes, vous avez la possibilité d'utiliser le script de foyer de François-René qui travaille un peu différemment. Dans un terminal, vous lancez la commande « **foyer** » et vous suivez les instructions qui sont, en autres, de choisir une étoile dans l'image. Si le seeing n'est pas très bon, il est de bon augure de vérifier le foyer en utilisant ces deux méthodes pour comparer.

Ancienne méthode, mais toujours fonctionnelle

Ici, nous décrivons une méthode qui est fonctionnelle et qui est intégré au programme Pinenuts, mais qui n'est plus utilisée, car elle n'est pas très efficace et fiable.

Avant de lancer le script de foyer, on doit avoir déterminé le temps d'exposition optimal pour le champ sur lequel on pointe, et il faut choisir un champ avec beaucoup d'étoiles de différentes magnitudes pour donner au script la chance de trouver plusieurs bonnes étoiles. Une fois le temps d'exposition déterminé, on peut arrêter l'acquisition d'image (bouton **stop**) et lancer le script de foyer. Attention à ne pas mettre un temps d'exposition trop élevé, car le script va être très long.

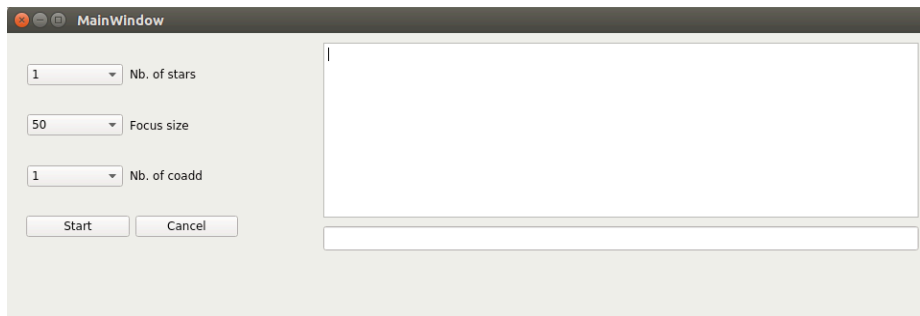


Figure 5: Sous-fenêtre de foyer. Le nombre d'étoiles détermine le nombre d'étoiles que le script détectera automatiquement. La taille du foyer est le nombre d'incrémets en μm que le focalisateur va parcourir. Le nombre de *coadd* est le nombre d'images prises à chaque position.

La sous-fenêtre de foyer comprend trois paramètres; 1) le nombre d'étoiles détectées automatiquement, 2) la taille du déplacement du foyer, et 3) le nombre de *coadd* (voir figure 4). Il faut faire attention au nombre d'étoiles détectées automatiquement, car si le nombre sélectionné est plus grand que le nombre d'étoiles dans le champ de vue, l'analyse sera faussée. Le script ne détectera pas les étoiles qui sont trop faibles (quelques dizaines d'adu). On peut utiliser la commande d'analyse (**ctrl-A**) pour mesurer le flux des étoiles. **Note** : l'affichage utilise une échelle **Z**, ce qui nous donne souvent l'impression que les étoiles sont plus brillantes qu'elles ne le sont vraiment.

La taille du foyer est le déplacement total du focalisateur en μm . En général, on veut utiliser la taille 50 ou 70 afin d'économiser du temps. Par contre, si le seeing est très mauvais, comme lorsque le dôme n'a pas été tempéré suffisamment avant le début de la nuit, augmenter la taille du foyer peut nous donner un résultat plus précis. Le focalisateur se déplacera à 10 positions différentes de :

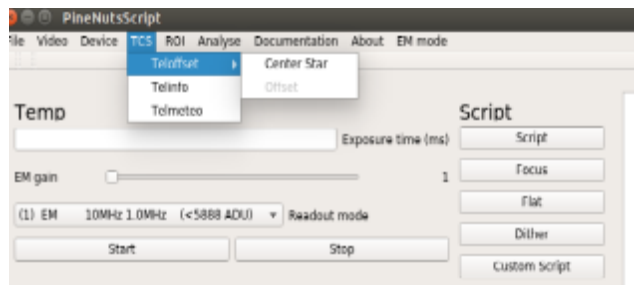
$$position_{initial} - \frac{1}{2}size\{...\}position_{initial} + \frac{1}{2}size. \quad (1)$$

Le nombre de *coadd* est le nombre d'images qui est enregistré par position. En général, prendre plus d'images nous permet d'avoir un résultat plus précis, mais le temps total d'exécution du script sera grandement augmenté. Lorsque le script est exécuté, l'utilisateur devra confirmer la position de départ en répondant **yes** ou **no** à la question **Do you want to proceed?**. Les paramètres recommandés lorsque le dôme a été bien tempéré, que le champ contient au moins 3 étoiles brillantes, et que le seeing est assez bon sont :

- 1) Nb. of stars=3
- 2) Focus size=50
- 3) Nb. of coadd=1

Centrer un objet

Il existe une façon rapide de centrer un objet. Aller dans le menu de Pinenuts « TCS / Teloffset / Center star ». Une fenêtre va ouvrir et vous choisissiez l'objet à centrer avec un clic.



Lancer une acquisition scientifique

Une fois que les paramètres fondamentaux sont déterminés, c.-à-d. le gain, le temps de pose, le filtre à utiliser, et le timestamp, on peut lancer un script en cliquant sur le bouton **script**. La fenêtre de script devrait s'afficher à l'écran (voir figure 3). On doit remettre le temps d'exposition, le gain, ainsi que le nom de l'objet (aucun espace n'est permis : p. ex. NGC2237 **et non** NGC 2237) (en principe, il faut utiliser le nom provenant de la table des cibles). Si la case **nombre d'exposition** reste vide, l'exposition se fera de façon continue. Si par contre on veut

faire un nombre fini d'expositions, on devra indiquer le nombre dans la case appropriée. Une fois toutes les cases remplies, on peut peser sur le bouton **GO**. Un message résumant les paramètres, dont la température du CCD et le statut du Bias, sera affiché dans le terminal. L'utilisateur devra alors confirmer s'il veut poursuivre en écrivant **yes** ou **no** dans l'entrée du terminal. Une fois le script démarré, on pourra alors fermer la fenêtre en utilisant le bouton **close window**. Les images seront enregistrées dans le répertoire de la nuit **YYMMDD/Target** et ensuite dans un sous-répertoire sous le nom de l'objet.

Au début de votre observation, et durant l'observation, il est important de vérifier vos images, et le metadata. Pour se faire, il suffit d'ouvrir **ds9** et d'utiliser les fonctionnalités de ce système de visualisation. Il est aussi très important de rapporter vos impressions et tout problème détecté dans les images durant cette vérification dans le log des observations, et à l'assistant de nuit si vous détectez un problème. Si vous ne voyez pas votre cible, mais qu'il n'y a pas de nuages, il se pourrait que le shutter soit fermé ! Vérifié si le shutter est ouvert.

Vérifiez aussi que vous voyez les keywords associés au **Timestamp = GPS** (voir la section **Timestamp** plus haut).

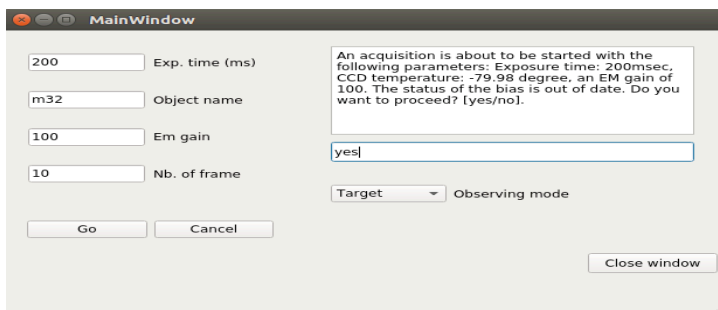


Figure 3 : Sous-fenêtre du script d'acquisition

Scripts d'observations

Il existe déjà des scripts précodés par Jonathan St-Antoine pour exécuter certaines tâches. Vous avez aussi la possibilité de construire un script d'observation pour votre programme.

La section 4 de l'interface graphique (voir figure 1) nous permet de lancer ces divers scripts. Tous les scripts ont été écrits en langage **Python**. Dans la version 2.0 du logiciel, seulement les scripts de **flat**, **foyer** et **dither** sont fonctionnels.

À l'exception du bouton **script**, lorsque les scripts sont lancés, les sous-fenêtres doivent rester ouvertes. Si jamais pour une raison quelconque on doit arrêter un script, on fermera la sous-fenêtre dans laquelle le script est en exécution. Pour s'assurer que le script est bel et bien

arrêté, on doit vérifier les processus en cours d'exécution sur l'ordinateur avec la commande « **ps aux | grep python*** » dans un terminal de l'ordinateur. Le nom des scripts sont; **foyer.py** pour le foyer, **dither.py** pour le script de dither, et **flat.py** pour le script de plage uniforme. Si jamais la commande **ps** retourne quelque chose comme **python /home/pesto/jonathan /script/foyer.py**, on doit utiliser la commande **kill <pid>** (**pid** est le chiffre associé au processus à terminer) pour fermer le processus.

Dithering

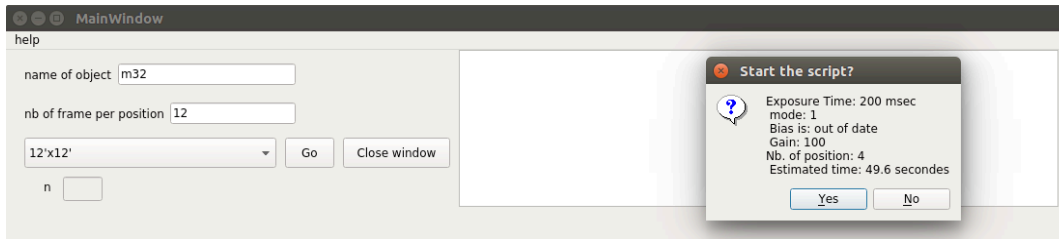


Figure 5: Sous-fenêtre de dither

Le script de mosaïque ou dither permet de faire des images avec un champ de vue plus grand que 8'x8'. La sous-fenêtre de dither (figure 5), nous permet de configurer la taille du patron, le nom de l'objet ainsi que le nombre d'images à prendre par position. Lorsque le bouton **Go** est activé, une autre fenêtre affichera le temps total du script. L'utilisateur devra confirmer **ou** refuser de lancer le script. L'utilisateur peut choisir une taille préétablie (12'x12', 16'x16', 20'x20', 24'x24') ou une taille sur mesure déterminée par le paramètre **n** et la formule suivante:

$$(12 + 4n)' \times (12 + 4n)'$$

Exemple de calcul de la mosaïque pour différentes valeurs de « n »

n	mosaïque en arcmin
0	12x12
1	16x16
2	20x20
3	24x24
4	28x28
5	32x32

Le patron de déplacement est montré à la figure 6 pour une mosaïque de 12'x12'. Le concept est toujours le même, et ce, peu importe la taille du patron. Avant les premières acquisitions d'image (position 0), le télescope se déplace dans le coin nord-est (position 1). Ensuite, le

télescope suit les positions de 1 à 9 comme montré dans la figure 6. À la fin, le télescope se déplace une dernière fois à la position de départ (0 ou 10). **Note** : il arrive parfois que le télescope ne se déplace pas, mais renvoie quand même une réponse positive disant que le déplacement est réussi. Nous travaillons présentement à régler le problème. Pour assurer la couverture voulue, il est important de demander une taille de mosaïque légèrement plus grande que celle voulue.

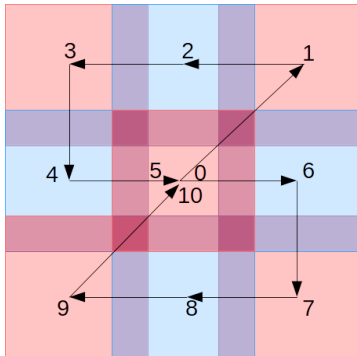


Figure 6: Patron de dither pour une mosaïque de 12'x12'

Lorsqu'un script de dither est lancé, les données de chaque position de dither seront sauvegardées dans des dossiers différents (e.g. NGC2237_pos1, NGC2237_pos2...). De plus, si vous observez dans plus d'un filtre pour la même cible avec dither, chaque position de dither contiendra les observations de tous les filtres utilisés.

Il existe un script spécial pour faire des étoiles standards avec un dither. Il fait partie des choix du menu, sous le nom de « **STD** » :

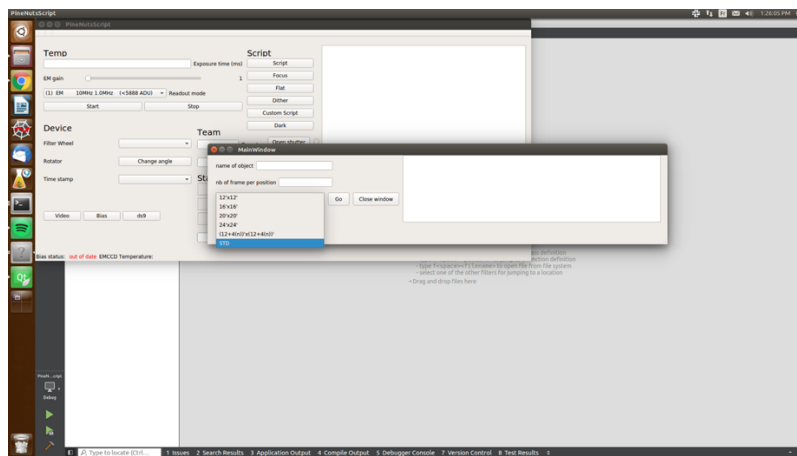


Figure 7 Menu des différents choix de mosaïque, ainsi que du script spécial « STD » pour les étoiles standards avec dither. Ce script fait 9-10 déplacements pour une mosaïque de 10'x10'.

Analyse

Un script d'analyse des images permet de vérifier les images en temps réel. En tout temps, il est possible d'utiliser la combinaison de touches **ctrl-A** pour lancer le script. Il est aussi possible de

lancer le script via la barre de menu de l'interface. Le script ouvre la dernière image écrite sur le disque. Il est alors possible de sélectionner une étoile pour connaître son signal total en électron, son signal sur bruit, la valeur maximale en adu, ainsi que sa largeur à mi-hauteur (voir la figure 7). On peut utiliser l'icône avec une loupe pour zoomer sur une sous-section de l'image. Il est aussi possible d'effacer les statistiques en utilisant la combinaison de touches **ctrl-C**. Finalement, il est possible d'utiliser l'icône avec le disque pour sauvegarder l'image. Ce script devrait être utilisé souvent durant une prise de données pour suivre la qualité des images.

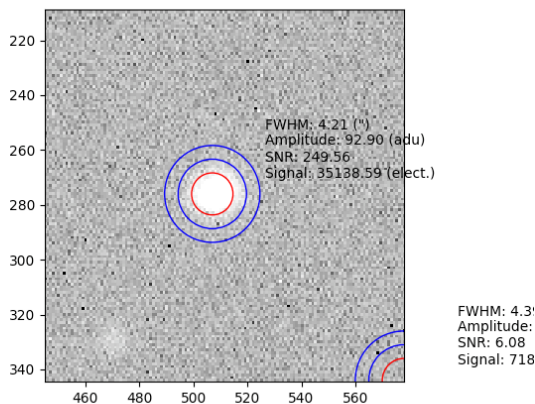


Figure 8: Exemple d'analyse d'une étoile

Résumé des raccourcis

- ctrl-A** lance une analyse de l'image
- ctrl-R** met à jour les champs et menus de l'interface
- ctrl-C** efface les statistiques d'étoiles dans l'image d'analyse

Calibration

Flats

Il existe un script dans **Pinenuts** pour faire une série de domeflats. **Mais attention**, il faut lire l'information pertinente sur la prise de flats pour Pesto dans le document **OMM-CALIBRATIONS.pdf** pour les observations avec rotation, ou tous autres setups.

En premier lieu, le script s'assure que le mode de lecture est bien conventionnel (8) et que le bias est **up to date**. Par la suite, le script calcule le nombre d'électrons reçus par seconde en prenant deux séries d'images avec deux temps de pose différents. Une fois les images enregistrées, il calcule le temps total pour capturer 21 images, et demande à l'utilisateur si le temps est raisonnable. Une fois que l'utilisateur confirme, le script prendra 21 images de flat. Les images seront enregistrées dans le dossier **DomeFlat** du répertoire de la nuit. Il est

important de noter que toutes les images de flat seront enregistrées dans **DomeFlat**, donc pour retrouver les images qui ont été prises avec une certaine rotation de champ ou filtre, on doit utiliser le metadata des fichiers.

Vous devez faire des plages uniformes pour tous les filtres utilisés durant la nuit d'observation, et pour les différentes rotations.

Darks

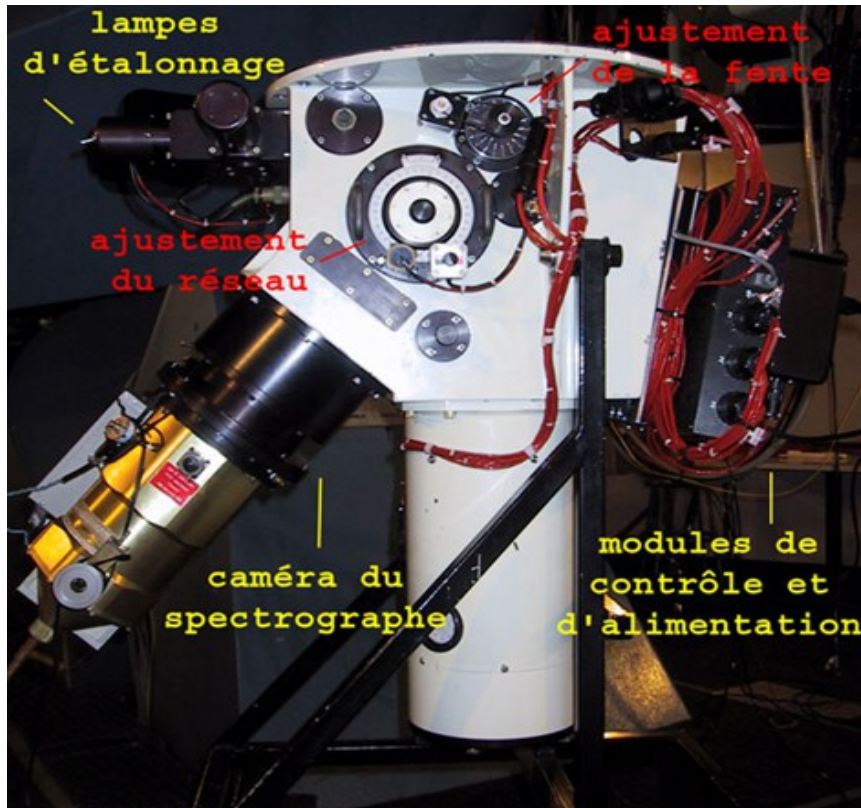
Il n'est pas nécessaire de faire des images **darks** pour PESTO. Si vous croyez en avoir besoin, il faut en discuter avec l'astronome de soutien.

Sauvegarde des données en fin de nuit

L'astronome de soutien s'occupera de sauvegarder les données après les avoir fait passer dans un pipeline d'astrométrie. Les données seront 1) vérifiées, 2) archivées sur les tours d'archives de l'observatoire, et 3) préparés pour un transfert vers l'investigateur principal (PI).

Troubleshooting

- Incapable de redémarrer **Pesto** à partir de **PineNuts Script**
Tout d'abord, fermer **PineNuts Script**. Ensuite, ouvrir un terminal et taper la commande **CLOSE**. Finalement, attendre 10 secondes et redémarrer **PineNuts Script** et la caméra.
- Toujours incapable de redémarrer **Pesto** à partir de **PineNuts Script**
Fermer **PineNuts Script**. Ensuite, entrer dans un terminal la commande **ps aux | grep Pesto**. Si le programme **/bin/Pesto** est toujours visible dans la liste, prenez en note son **pid**. Ensuite, taper la commande **kill -9 <pid>** dans un terminal. Attendre 10 secondes et redémarrer **Pesto** à partir de **PineNuts Script**. Si aucune caméra n'est trouvée ou que le terminal indique qu'il est impossible de se connecter à la caméra, veuillez réessayer 2 à 3 fois de redémarrer Pesto avant de redémarrer l'ordinateur.
- Impossible de se connecter à la caméra après que l'ordinateur soit redémarré
Entrer dans un terminal la commande **reconnectPleora**.
- Le script de foyer ne fonctionne pas
Vérifier que **TCS** fonctionne ainsi que **BonOMM**. Entrer la commande **foyer** dans un terminal.
- En dernier recours, il se pourrait que vous ayez à redémarrer le contrôleur de PESTO (sur la bonnette).
- « **telinfo** » (ou **telinfo2**) (dans un terminal) vous donne l'information sur la position du télescope (RA, DEC, AIRMASS...)



Observer avec le Spectrographe

Le Spectrographe f/8 est un modèle 31523 de Perkin-Elmer Corp., Applied Optics Division. Il est l'un des instruments de première génération à l'Observatoire du Mont-Mégantic, et a été installé au télescope en 1978. Une série de rehaussements (optique, mécanique et électronique) ont été complétés en 2004. Cet instrument permet d'atteindre des résolutions spectrales modérées allant d'environ 0.5 à 20 Å avec une très bonne efficacité dans la bande 3500 à 9500 Å. Puisque le spectrographe est très âgé, il devient de plus en plus difficile d'obtenir des données de qualité. Le spectrographe n'est offert qu'en mode classique et ne vient avec aucune garantie pour la qualité des données.

Ce manuel a pour but de rassembler toute l'information nécessaire pour vous permettre de rédiger une demande de temps, et pour vous décrire les étapes à suivre pour utiliser le spectrographe et son système d'acquisition. Ce manuel est accompagné du manuel « [Étapes d'observation avec le Spectrographe](#) » qui contient les informations pour utiliser le logiciel de contrôle **VisiOMM**. Le détecteur cryostat du spectrographe est refroidi à l'azote liquide.

Checklist

Un **checklist** résumant en quelques lignes les étapes de base pour observer avec le spectrographe est disponible dans la salle de contrôle de l'observatoire.

Description du spectrographe

Les figures suivantes présentent la configuration mécanique externe (figure 1 : à gauche, côté est ; à droite, côté ouest), et la configuration interne (figure 2).

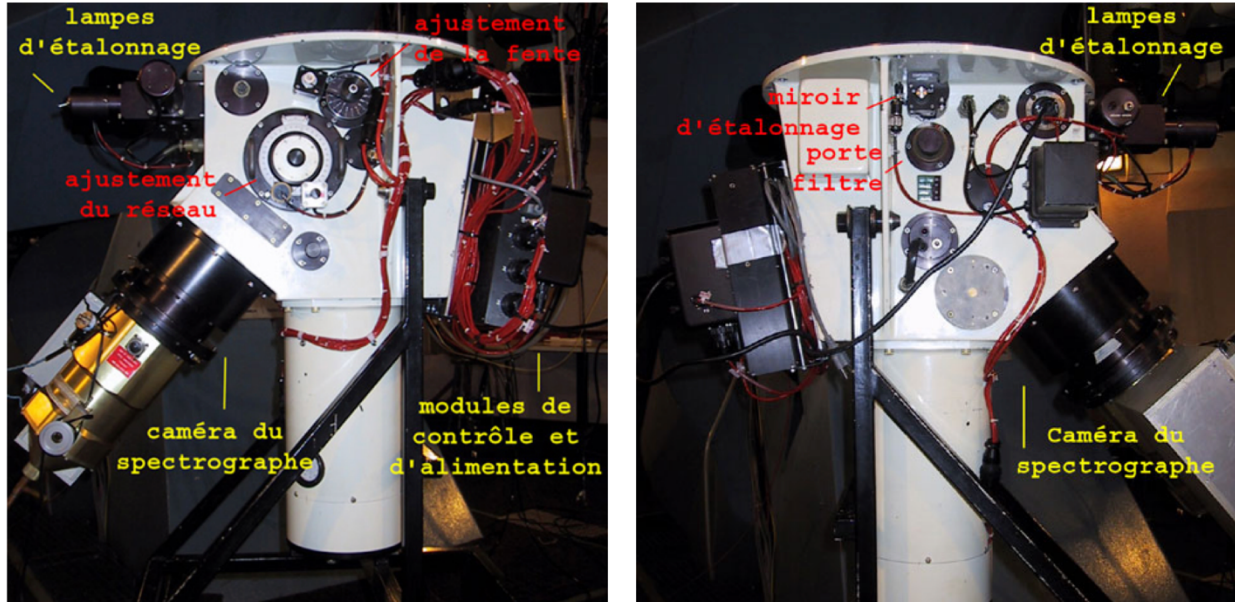


Figure 1 Configuration mécanique externe (à gauche, côté est ; à droite, côté ouest)

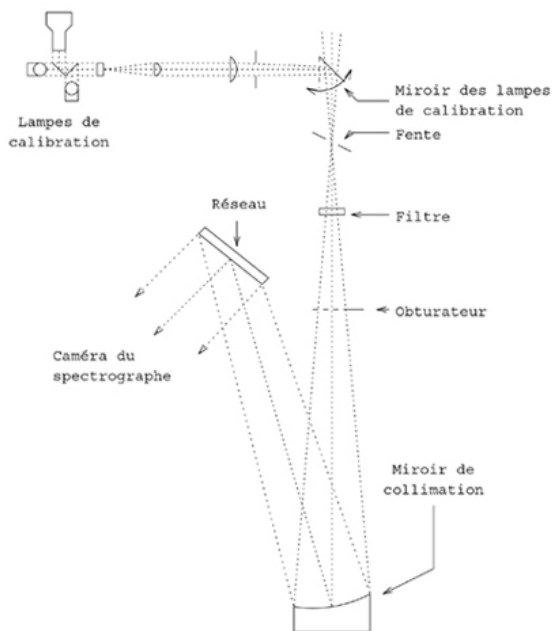


Figure 2 Configuration optique interne du spectrographe

Le spectrographe est monté sous la bonnette du télescope. La lumière entre par une fente située 3 pouces sous la plaque de montage de la bonnette. La caméra d'acquisition de champ permet d'obtenir une image de la lumière réfléchiée par les deux lames de la fente. La lumière traverse ensuite un filtre qui, si installé, sert à éliminer les ordres spectraux qui ne sont pas désirés (figure 2).

L'obturateur interne du spectrographe n'est pas utilisé; il est toujours maintenu en position ouverte. Chaque cryostat est muni d'un obturateur dont le fonctionnement est géré par le contrôleur SDSU des CCDs.

La collimatrice est un miroir parabolique (aluminisé) hors axe d'une longueur focale de 720mm. Avec une ouverture f/8, ce miroir produit un faisceau de 90mm de diamètre vers le réseau. L'élément de dispersion est un réseau de réflexion rectangulaire (102mm x 128mm) interchangeable.

L'objectif de la caméra f/1.55, illustré à la figure 3, est composé de 7 éléments transmissifs. Il a été conçu et fabriqué par l'Institut National d'Optique (INO). La transmissivité de chacun des éléments est supérieure à 98% entre 3700Å et 9500Å (voir la section sur la transmissivité).

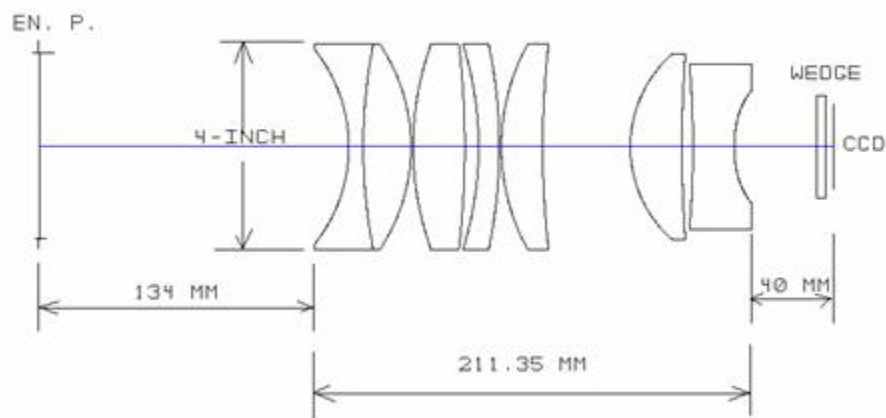


Figure 3 Configuration optique de l'objectif de la caméra f/1.55

La longueur focale de l'objectif est de 140 mm. Il produit un champ plat de 40mm de diamètre situé à environ 39mm derrière le dernier élément optique. Le rapport des longueurs focales du miroir de collimation et de l'objectif de la caméra produit une démagnification d'un facteur 5.14, conduisant à une échelle spatiale de 0.0828 "/m sur le détecteur (c.-à-d. 1.1 "/pixel).

En 2004, suite aux efforts de rehaussement, toutes les composantes du spectrographe ont été motorisées et encodées par DFM Engineering. Un module de contrôle et un bloc d'alimentation supplémentaire (figure 4) sont fixés en permanence sur le spectrographe.

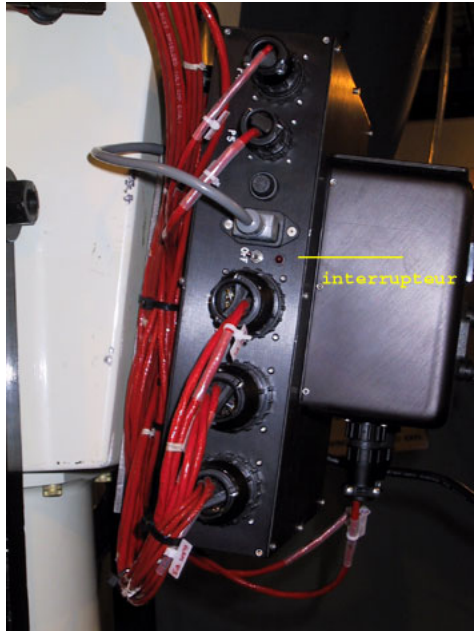


Figure 4 Module de contrôle et bloc d'alimentation

L'interrupteur principal est situé sur le côté du nouveau module de contrôle. Toutes les fonctions du spectrographe sont assurées par une interface LabView intégrée à l'interface de contrôle des détecteurs CCDs (**VisiOMM**). Assurez-vous d'allumer l'interrupteur principal avant de démarrer le logiciel de contrôle dans **VisiOMM** (voir la prochaine section).

La figure 5 donne un aperçu de l'interface de contrôle du spectrographe. Les fonctions de contrôles sont décrites à la section **Contrôle et ajustements du spectrographe**.

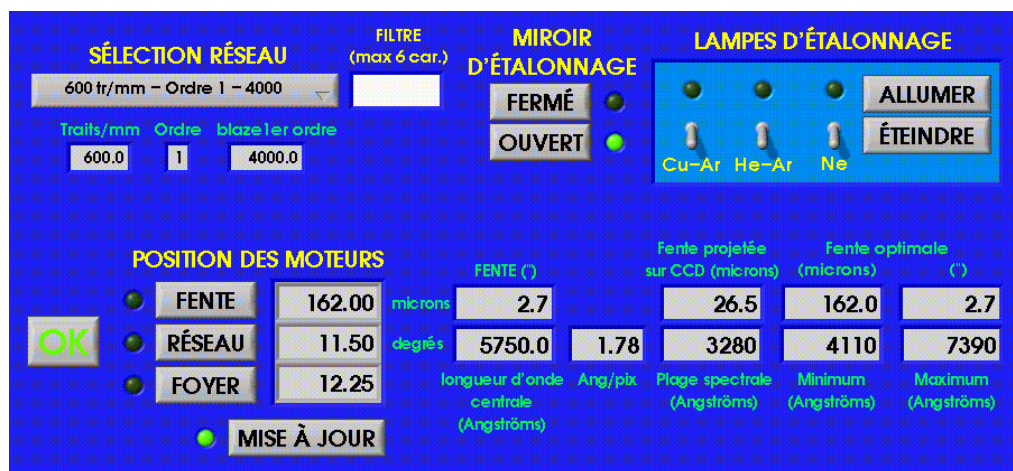


Figure 5 Fenêtre de contrôle des fonctions du spectrographe

Efficacité du système

L'efficacité d'un spectrographe, pour une configuration donnée, correspond au rapport entre le nombre de photons captés par le détecteur (CCD) et celui des photons incidents sur le miroir primaire. Elle est mesurée en observant des étoiles standards spectrophotométriques.

Dans un spectrographe, le trajet optique est complexe et donne lieu à des pertes plus ou moins importantes en fonction du nombre de surfaces réfléchissantes ou transmissives, de la longueur d'onde, de l'angle du réseau, de la qualité du ciel (seeing), etc.. :

- réflexion sur les miroirs primaire et secondaire (la réflectivité de l'aluminium est de ~90%)
- passage dans la fente (voir la section [Ajustement de la largeur de la fente](#))
- réflexion sur le miroir de collimation (~90%)
- transmission du filtre (voir la section [Sélection du filtre](#))
- réflexion du réseau (voir le tableau **Caractéristiques des réseaux**)
- angle du réseau (voir la figure **16 Perte de lumière par silhouettage**)
- transmission des éléments de l'objectif de la caméra (voir la section [Description du spectrographe](#))
- transmission de la fenêtre du cryostat (~98%)
- L'efficacité quantique du CCD (voir la section **Efficacité quantique CCDs**)

La figure 6 illustre l'efficacité du système **télescope - spectrographe - détecteur** mesurée pour quelques configurations (réseau et région spectrale). L'ordonnée représente la fraction des photons arrivant sur le miroir primaire qui sont détectés par le CCD. (**NB** : cette figure doit être mise à jour avec les nouvelles valeurs du nouveau CCD)

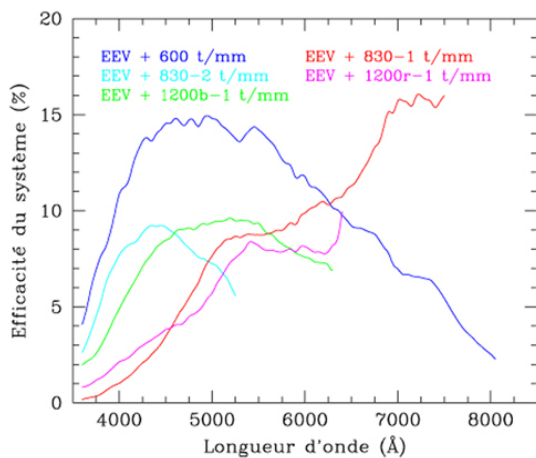


Figure 6 Efficacité du spectrographe en fonction de la longueur d'onde

Une autre façon de caractériser l'efficacité d'un spectrographe consiste à estimer le temps d'exposition nécessaire pour atteindre un rapport signal sur bruit (S/B) donné en fonction de la magnitude. Le tableau suivant présente les résultats obtenus suite aux observations d'une série d'étoiles de type naine blanche avec le réseau 600 t/mm. Le rapport S/B est mesuré dans l'intervalle 4000-6000 Å.

Magnitude V	Text (sec) pour S/B = 50
11.50	40
13.40	120
14.45	450
15.50	650

Contrôle et ajustement du spectrographe

Le rehaussement opto-mécanique du spectrographe a augmenté son efficacité de façon significative. Toutefois, afin de pouvoir profiter pleinement des nouvelles capacités de l'instrument, il faut procéder à une série d'ajustements **minutieux**.

1. Démarrage

Au démarrage, en cliquant sur le bouton SPECTRO de la fenêtre principale de **VisiOMM**, le logiciel de contrôle du spectrographe présente un menu déroulant qui vous offre un choix de réseaux. Assurez-vous que la sélection correspond au réseau dans le spectrographe afin que les paramètres calculés par le logiciel soient corrects. Consultez la section suivante ([Sélection et ajustement du réseau](#)) pour les paramètres des réseaux. Vous pouvez aussi indiquer quel filtre est dans le faisceau du spectrographe si un filtre a été installé.



Figure 7 Sélection du réseau

Après avoir appuyé sur OK, le programme lit la position de chacun des encodeurs (fente, réseau, et foyer de la collimatrice). Pendant la lecture, l'indicateur du bouton de **MISE À JOUR** clignote au **jaune**. Lorsque la lecture est terminée, il passe au **vert**.



Figure 8 Position des moteurs : Fente, réseau, et foyer

Après la lecture, le programme affiche l'état du spectrographe et calcule les paramètres associés. La largeur de la fente est exprimée en mm, l'angle du réseau en degré, et la position du foyer en dixième de pouce (correspondant au cadran d'affichage mécanique du spectrographe). La largeur de la fente est aussi exprimée en seconde d'arc sur le ciel. Le programme calcule la largeur équivalente projetée sur le détecteur CCD et propose une largeur optimale (en mm et en seconde d'arc sur le ciel) pour couvrir 2 pixels; c.-à-d. la largeur permettant d'obtenir **la meilleure résolution spectrale possible**.

FENTE (°)		Fente projetée sur CCD (microns)	Fente optimale (microns)	
2.7		26.5	162.0	2.7
5750.0	1.78	3280	4110	7390
longueur d'onde centrale (Angströms)	Ang/pix	Plage spectrale (Angströms)	Minimum (Angströms)	Maximum (Angströms)

Figure 9 État du spectrographe

Le programme affiche aussi la longueur d'onde centrale (Å) sur le détecteur, la résolution spectrale (Å/pix), la largeur de la plage spectrale (Å), ainsi que les longueurs d'onde minimum et maximum (Å) sur le détecteur.

2. Le bouton OK

Les paramètres du spectrographe sont initialisés la première fois que vous cliquez sur le bouton SPECTRO de la fenêtre principale de **VisiOMM**. Le bouton **OK** referme la fenêtre de contrôle du spectrographe sans arrêter le contrôleur de ce dernier. Après avoir ajusté les paramètres du spectrographe aux valeurs appropriées à votre programme d'observation, cliquez sur **OK** pour retourner à l'interface **VisiOMM**.

3. Sélection et ajustement du réseau

Le choix d'un réseau est dicté par des considérations scientifiques et des contraintes pratiques. Le réseau détermine la résolution spectrale de même que l'étendue de la plage spectrale. Ces caractéristiques dépendent des paramètres optiques du spectrographe, ainsi que des paramètres physiques du détecteur (taille et nombre de pixels du CCD).

Nous possédons six réseaux de diffraction de la compagnie Richardson Grating (appartenant maintenant à la division Spectra-Physics de Newport). La figure **10** montre où se trouve le mécanisme d'ajustement du réseau sur le spectrographe. La figure **11** montre un exemple d'un réseau avec son couvert de protection. Chacun est muni de son propre support. Les dimensions de la région traitée sont 102mm X 128mm. Le tableau suivant résume les caractéristiques de ces réseaux. La dispersion ($\text{\AA}/\text{pix}$) est calculée en supposant que la taille des pixels est celle des CCDs STA0520A soit 15mm. La largeur de la plage spectrale correspond au diamètre du champ plat donné par l'objectif de la caméra au foyer du CCD (40mm = 2688 pixels). La résolution effective est donnée par la moyenne de la largeur à demi hauteur des raies d'une lampe d'étalonnage; elle est mesurée en ajustant la fente du spectrographe à la "largeur optimale" (voir [Ajustement de la fente](#)). Les réseaux 830.8 et 1200r traits/mm sont optimisés dans le rouge au premier ordre. Ils peuvent aussi être utilisés au deuxième ordre dans le bleu.

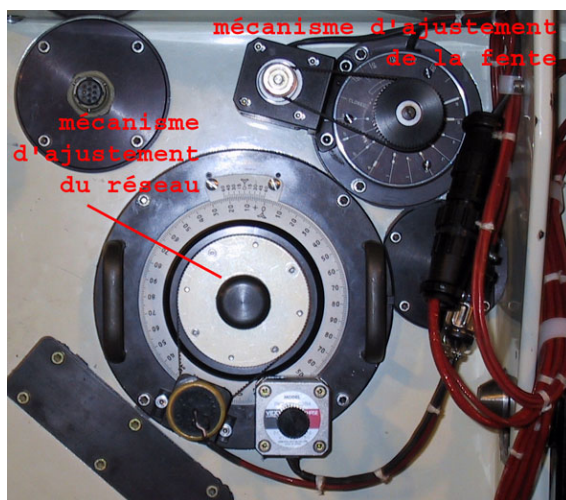


Figure 10 Mécanismes d'ajustement sur le spectrographe

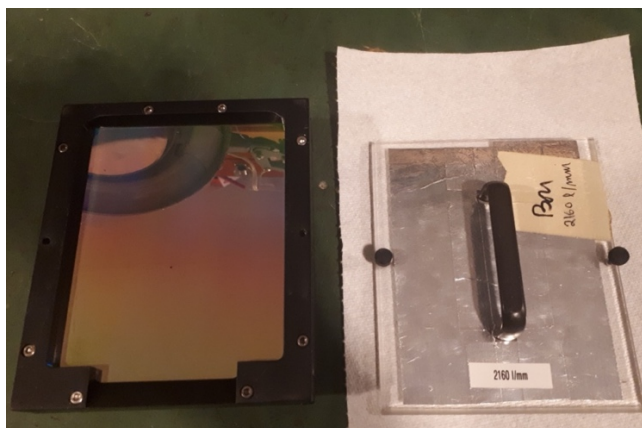


Figure 11 Réseau (à gauche), et couvert du réseau (à droite)

ATTENTION - Personne, en aucun cas, ne doit toucher la surface d'un réseau ni essayer d'en nettoyer la surface. Le technicien a la responsabilité de changer les réseaux dans le spectrographe. N'oubliez pas d'installer le couvercle en plastique sur un réseau lorsqu'il est retiré du spectrographe. Lorsque le spectrographe n'est pas au télescope, il faut retirer le réseau et le ranger avec les autres dans l'armoire de la salle de contrôle.

Installation du réseau

Les réseaux ont trois vis qui permettent un ajustement dans le porte-réseau du spectrographe. Ces trois vis sont positionnées pour qu'il soit impossible d'installer le réseau de la mauvaise façon. Par contre, il est possible que le réseau ne soit pas bien à niveau si ces trois vis ne sont pas ajustées. Le technicien a la responsabilité de manipuler le réseau, et de l'ajuster si celui-ci n'est pas à niveau. Pour vérifier et ajuster le réseau, il faut installer le réseau sur une table qui est, elle-même à niveau – il faut donc vérifier la surface de la table en premier. Il faut visser les trois vis au fond, et ensuite ajuster les 3 vis au besoin en utilisant un niveau sur les deux axes du réseau (voir les deux figures suivantes). **Attention**, pour bien ajuster, il faut retirer le couvert protecteur du réseau, et déposer le niveau sur les bordures en métal du réseau. Les bordures sont surélevées, donc le niveau ne devrait pas toucher la surface fragile du réseau. Il faut être très prudent durant cette manipulation, car il faut aussi éviter de déposer des débris sur la surface du réseau.



Figure 12 Les trois vis à ajuster pour mettre le réseau à niveau avant l'installation dans le spectrographe.



Figure 13 Réseau : utilisation d'un niveau

Niveau à utiliser pour vérifier le réseau. Notez que sur cette photo, le couvercle de protection du réseau est en place.

Caractéristiques des réseaux

Traits/mm	λ_b 1er ordre Å)	Dispersion (Å/pix)	Plage spectrale (Å)	Résolution effective (Å)	Courbe de réflectivité
3600	holographique	0.2	535	Pas disponible	rfl-3600
2160	5282	0.44	1194	Pas disponible	rfl-2160
1200r-2	---	0.4	1075	Pas disponible	rfl-1200r
1200r-1	7760	0.8	2150	2.3	rfl-1200r
1200b-1	5000	0.8	2150	2.3	rfl-1200b
830.8-2	---	0.55	1475	1.8	rfl-830
830-8-1	8465	1.1	2950	3.1	rfl-830
600	4000	1.6	4300	4.3	rfl-600
300	5000	3.2	8600	9.9	rfl-300
150*	5000	6.4	17200	20	rfl-150

NOTE - Le réseau 150 t/mm n'est pas monté dans une cellule de support. Si vous désirez utiliser ce réseau, il faut le mentionner au moment de votre demande de temps afin qu'on puisse le préparer adéquatement.

Au démarrage, le logiciel de contrôle présente un menu déroulant qui vous offre un choix de réseaux. Un rappel que vous devez vous assurer que la sélection correspond au réseau dans le spectrographe afin que les paramètres calculés par le logiciel soient corrects.



Figure 14 Sélection du réseau

On peut varier la longueur d'onde centrale de la région spectrale voulue en changeant l'angle d'inclinaison du réseau (entre 0° et 65°). Pour ce faire, appuyez sur le bouton RÉSEAU (voir figure 8) pour faire apparaître le panneau suivant :



Figure 15 Ajustement de l'angle du réseau ou de la longueur d'onde centrale souhaitée

Vous pouvez changer l'angle du réseau ou taper la longueur d'onde centrale souhaitée dans la fenêtre de l'indicateur approprié, les autres paramètres seront recalculés automatiquement. Quand vous êtes satisfait, cliquez sur **GO**. L'indicateur du bouton RÉSEAU clignote au **jaune** tant que le moteur n'a pas atteint la position choisie. Il tourne au vert quand l'opération est terminée, et la valeur des paramètres est remise à jour. Si vous cliquez sur **Annuler**, l'angle du réseau ne changera pas.

À titre indicatif, la figure 16 indique la valeur approximative de la longueur d'onde centrale en fonction de l'angle pour chacun des réseaux disponibles.

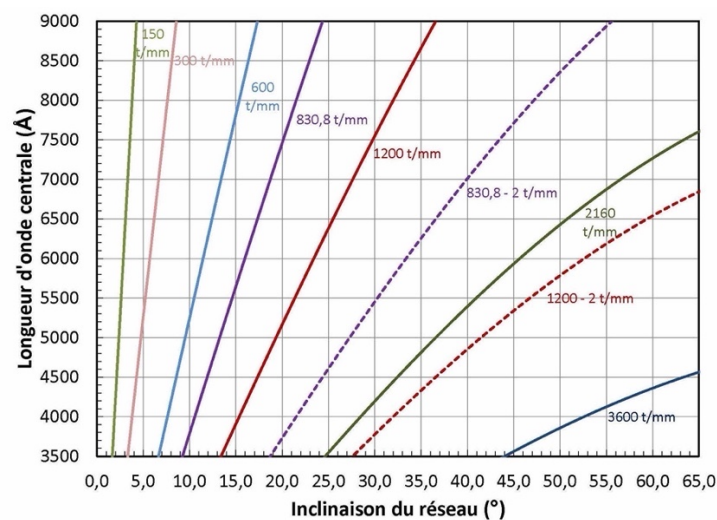


Figure 16 Longueur d'onde centrale en fonction de l'angle du réseau

Finalement, comme le montre la figure 16, lorsque l'angle du réseau devient important (c.-à-d. $> 40^\circ$) le faisceau du miroir de collimation (diamètre de 90mm) devient très elliptique; le grand axe devient plus grand que la longueur d'un réseau (c.-à-d. 128mm). Une partie du faisceau n'est donc pas interceptée et réfléchi vers l'objectif de la caméra et le détecteur. Le faisceau optique est silhouetté; une partie de la lumière est donc perdue dans le spectrographe.

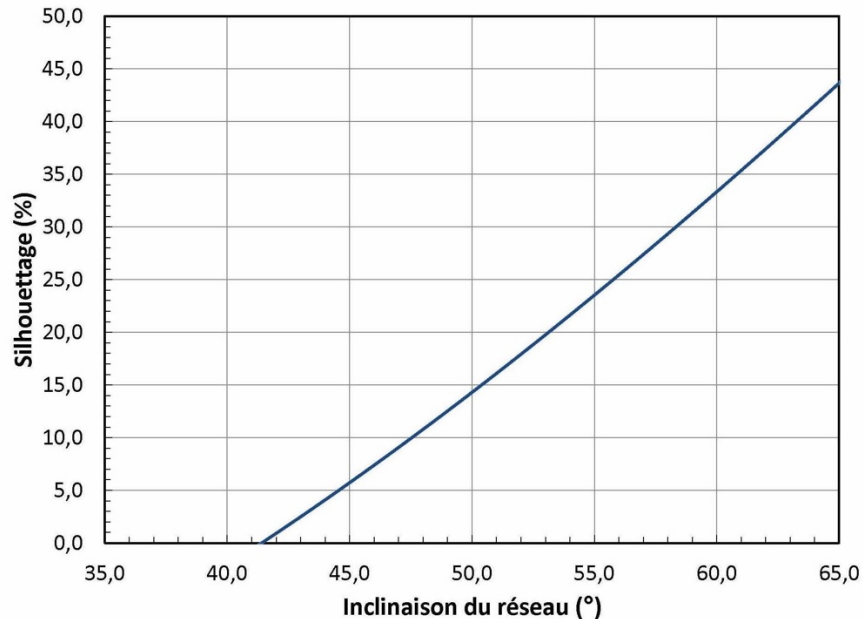


Figure 17 Perte de lumière par silhouettage en fonction de l'angle du réseau

4. Sélection du filtre

La figure 16 montre que lorsqu'on utilise les réseaux 830 et 1200 traits/mm au 2e ordre, il est possible que la partie bleue du spectre soit contaminée par la superposition de la partie rouge provenant du 1er ordre. Il faut donc utiliser un filtre pour couper cette contamination. Un porte-filtre permet de glisser des filtres de 12mm X 40mm dans un support situé juste en dessous de la fente (voir [Description du spectrographe](#)).

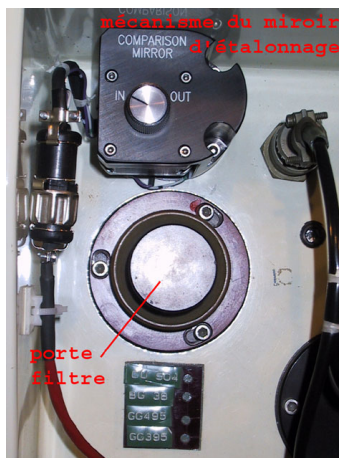


Figure 18 Accès au porte-filtre

Nous avons un choix restreint de filtres de la dimension requise. Les filtres **BG38**, **BG12**, et **CuSO₄** permettent de couper le rouge, tandis que les filtres **GG395** et **GG495** éliminent l'ultraviolet et le bleu respectivement. Les courbes de transmission de ces filtres sont illustrées à la figure 19. Notez que les filtres **BG38** et **BG12** ne sont pas totalement "opaque" au-delà de 7000 Å.

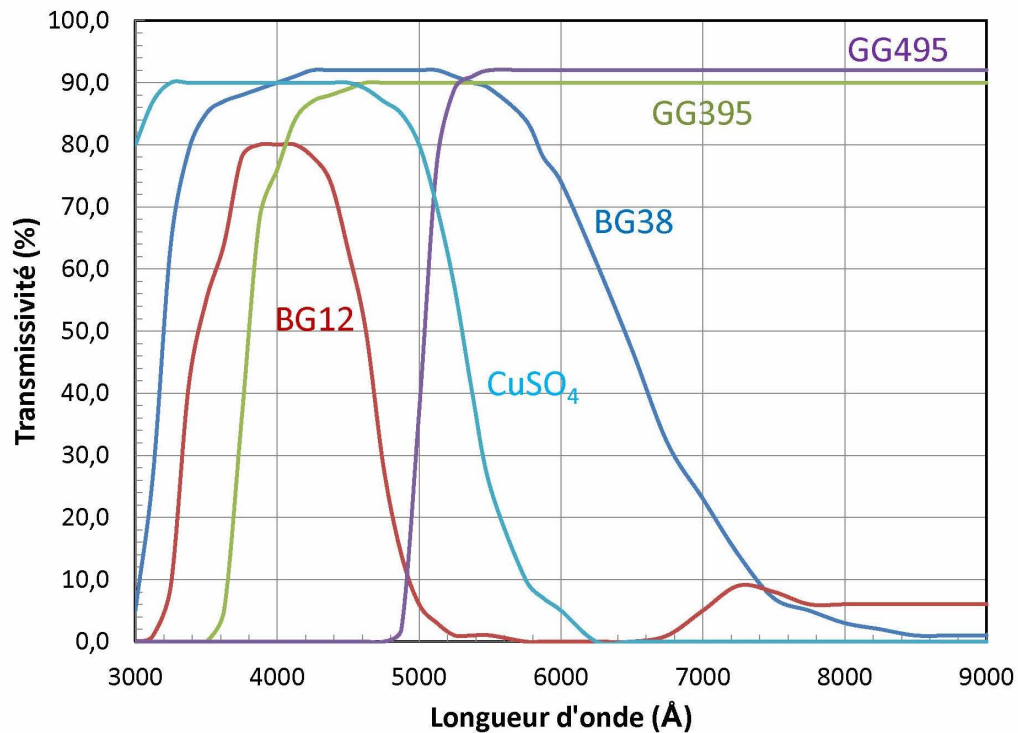


Figure 19 Courbes de transmission des filtres du spectrographe

ATTENTION - Le filtre **CuSO₄** est très fragile et sensible aux changements de température (il est aussi très coûteux!); le technicien a la responsabilité de manipuler ce filtre et de l'installer dans le spectrographe. Comme pour les réseaux, lorsque les filtres ne sont pas utilisés, ils doivent être rangés dans l'armoire de la salle de contrôle.

5. Ajustement de la largeur de la fente

La largeur de la fente détermine la résolution spectrale - plus la fente est étroite, meilleure est la résolution. Toutefois, une fente étroite laisse entrer moins de lumière et, comme le montre la figure 20, le flux observé au travers d'une fente étroite varie de façon très critique avec l'étalement de l'image causé par la turbulence atmosphérique - le "seeing" (les courbes proviennent de l'intégration numérique d'une PSF gaussienne exponentielle; voir Schweizer 1979, ApJ, vol 233, p 23)

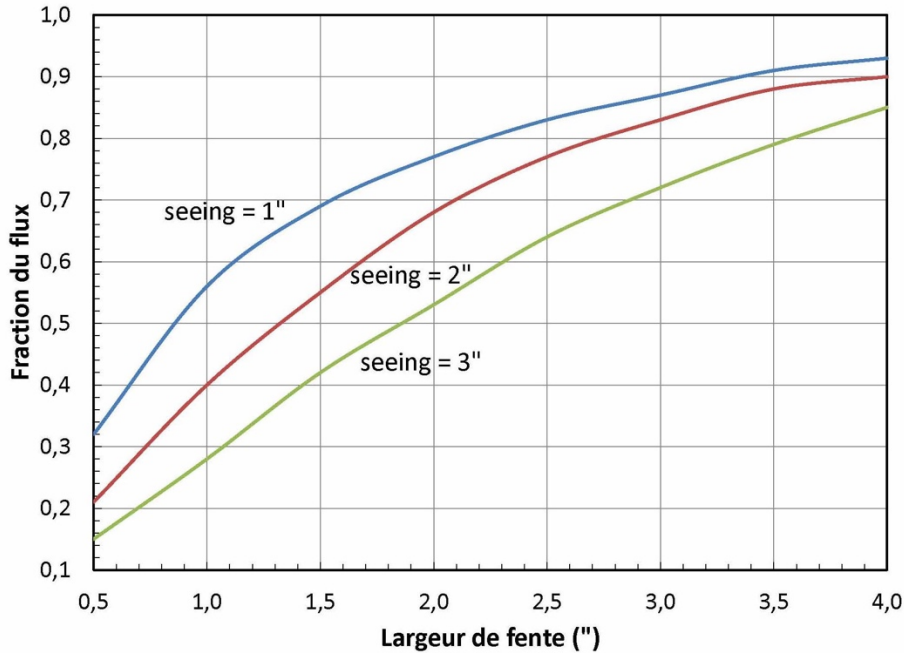


Figure 20 Efficacité de la fente du spectrographe en fonction du seeing

Habituellement, le choix de la largeur de fente est optimisé en comparant la projection de celle-ci, sur le détecteur, avec la résolution du CCD (c.-à-d. la taille des pixels). La largeur de fente optimale est celle qui permet de couvrir 2 pixels. La largeur projetée dépend du rapport des distances focales de l'objectif de la caméra (f_{cam}) et de la collimatrice (f_{coll}), ainsi que de la démagnification anamorphique du réseau.

L'expression suivante permet de calculer la largeur de la fente projetée sur le détecteur:

$$l = r \times (f_{cam} / f_{coll}) \times L$$

Dans cette expression, l est la largeur de la fente projetée sur le détecteur, L est la largeur réelle de la fente à l'entrée du spectrographe (en mm), et r est la démagnification anamorphique du réseau. Ce facteur r s'exprime sous la forme suivante:

$$r = \cos(i + f/2) / \cos(i - f/2)$$

où f est l'angle entre le faisceau collimé et la caméra (50°), et i est l'angle d'inclinaison du réseau. La figure **21** montre que ce facteur est appréciable si l'angle d'inclinaison du réseau devient supérieur à $\sim 15^\circ$. **Il est donc possible d'ouvrir la fente davantage sans dégrader la résolution spectrale.**

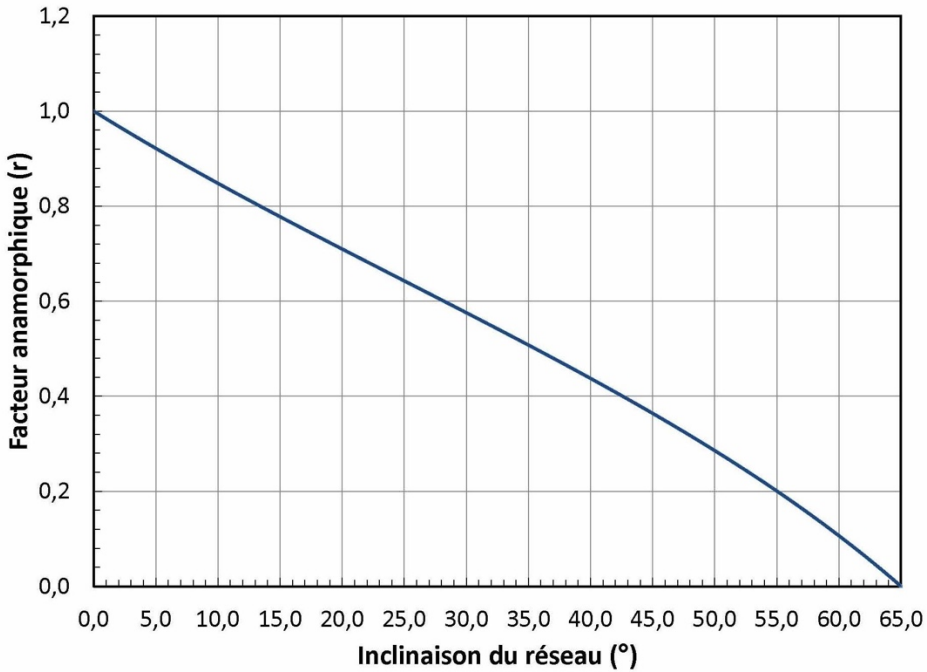


Figure 21 Démagnification anamorphe d'un réseau en fonction de son inclinaison

6. Ajustement du foyer du spectrographe

La mise au point du spectrographe s'effectue en changeant la position du miroir de collimation.

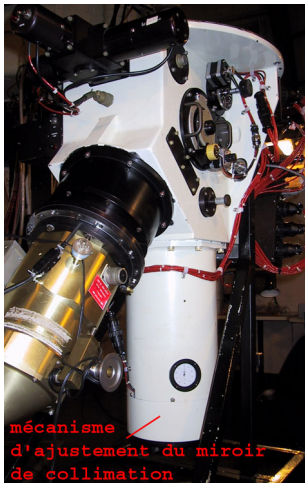


Figure 22 Mécanisme d'ajustement du miroir de collimation

Pour changer la position de la collimatrice, appuyez sur le bouton **FOYER** pour faire apparaître le panneau suivant:



Figure 23 Ajustement du foyer

Vous pouvez ajuster la position du miroir en changeant la valeur de l'indicateur (entre 4.25 et 15.50), mais notez que la position optimale est à environ 10. Il est très difficile de maintenir un foyer ajusté en début de nuit si la température dans le dôme a significativement changé durant la nuit. Le technicien se chargera de faire l'ajustement en utilisant des « spacers » ou une bande chauffante en hiver. Quand vous êtes satisfait, cliquez sur **GO**. L'indicateur du bouton FOYER clignote au **jaune** tant que le moteur n'a pas atteint la position choisie. Il tourne au **vert** quand l'opération est terminée, et la valeur des paramètres est remise à jour. Si vous cliquez sur **Annuler**, la position du miroir de collimation ne changera pas.

Il est préférable d'utiliser une fente étroite pour faire la mise au point (p. ex. la valeur optimale calculée par le programme est appropriée). De plus, il vaut mieux ajuster le foyer en déplaçant le miroir de collimation à l'encontre de la gravité (c.-à-d. des faibles valeurs vers les valeurs élevées) lorsque le télescope pointe au zénith. La position optimale de la collimatrice - c.-à-d. le meilleur foyer - est déterminée en mesurant la largeur moyenne des profils des raies d'émission d'une des lampes de calibration dans une série d'images obtenues à des valeurs croissantes de la position du miroir. Vous pouvez obtenir une série d'images avec la séquence automatisée « **Foyer - Spectro/Coll** » de l'interface **VisiOMM** (voir la prochaine section). Par la suite, vous pouvez utiliser la tâche **specfocus** dans IRAF pour faire le calcul de la meilleure position du foyer (consultez la prochaine section pour les commandes d'IRAF « help specfocus », et le manuel de Gianninas, http://omm-astro.ca/obs/manuels-omm/Gianninas_reduction_spectro.pdf).

NOTE - Faites attention de ne pas utiliser des raies saturées (> 65535 ADUs) dans le calcul de la meilleure position.

7. Les lampes d'étalonnage

Le spectrographe est muni de trois sources différentes pouvant servir à l'étalonnage des spectres:

- **Cu-Ar (cathode creuse)**
- **He-Ar**
- **Ne**

Vous pouvez choisir une seule source ou bien une combinaison des trois. Bien qu'il soit possible de sélectionner une source via l'interface des interrupteurs du panneau suivant, il est préférable de le faire manuellement puisque nous commençons à avoir des problèmes avec le système de lampes. Le paragraphe suivant explique tout de même la méthode en utilisant l'interface.

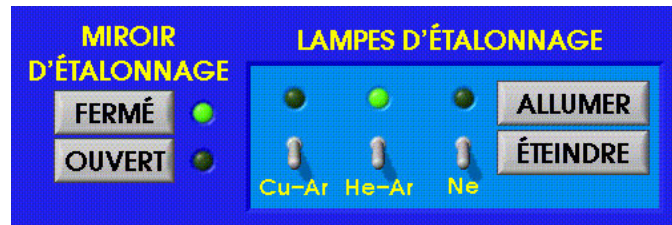


Figure 24 Miroir et lampes d'étalonnage

Dès qu'une source est allumée, le miroir d'étalonnage bascule automatiquement en place devant la fente, en position "**FERMÉ**". Il est possible d'allumer une, deux, ou les trois lampes en appuyant sur l'interrupteur approprié ou en cliquant sur le bouton **ALLUMER**. On peut éteindre l'une ou l'autre des lampes en cliquant à nouveau sur l'un des interrupteurs. Si vous cliquez sur **ÉTEINDRE**, toutes les lampes se ferment. Dès que la dernière lampe s'éteint, le miroir d'étalonnage retourne en position "**OUVERT**" - c.-à-d. permettant d'observer le ciel. Si nous devons utiliser la méthode manuelle, c'est le technicien qui se charge de faire cette manœuvre.

La section [Catalogue des lampes d'étalonnage](#) présente une série de figures permettant d'identifier les principales raies dans la région 3500 - 9000 Å pour chacune des 3 sources d'étalonnage et chacun des réseaux.

8. Ajustement du foyer du télescope

Le technicien se chargera de vous aider à faire cette étape. La façon correcte de faire le foyer du télescope sur la fente du spectrographe est d'utiliser la méthode du **test de Foucault**. Les bords de la fente peuvent servir de **couteaux**. Il suffit de regarder l'image de la pupille du télescope ou, ce qui revient au même, l'image hors foyer (obtenue en défocalisant la caméra d'acquisition de champ) d'une étoile placée sur le bord de la fente et d'ajuster le foyer du télescope de telle sorte que cette image hors foyer s'**éteigne** uniformément lorsque le bord de la fente "entre" progressivement dans l'image de l'étoile (lorsqu'on dépointe le télescope en déclinaison).

Vous pouvez aussi faire le foyer du télescope en mesurant la largeur du profil spatial d'une étoile en obtenant une série de spectres avec les séquences automatisées « **Foyer - Spectro/CCD** » et « **Foyer - Spectro/Tél** » de l'interface **VisiOMM**. Le profil spatial le plus étroit,

obtenu en analysant l'image avec IRAF, correspond à la meilleure position du foyer du télescope.

9. Catalogue des lampes d'étalonnage

Le catalogue des lampes d'étalonnage est disponible dans la série de figures suivante, et via le lien :

http://www.astro.umontreal.ca/omm/manuel/sp_lampes_de_calibration.html

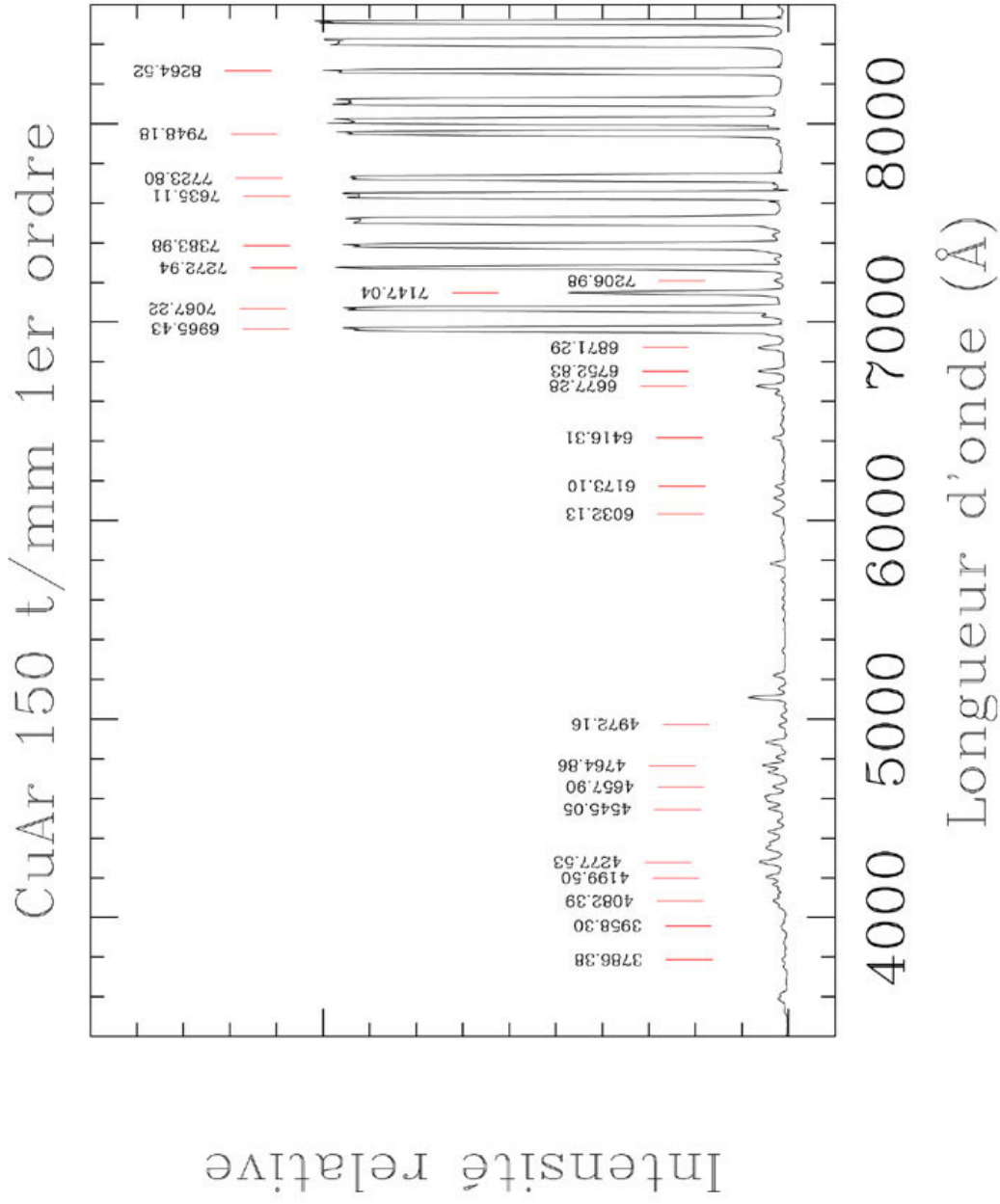
L'identification des principales raies accompagne les figures pour chacun des réseaux disponibles.

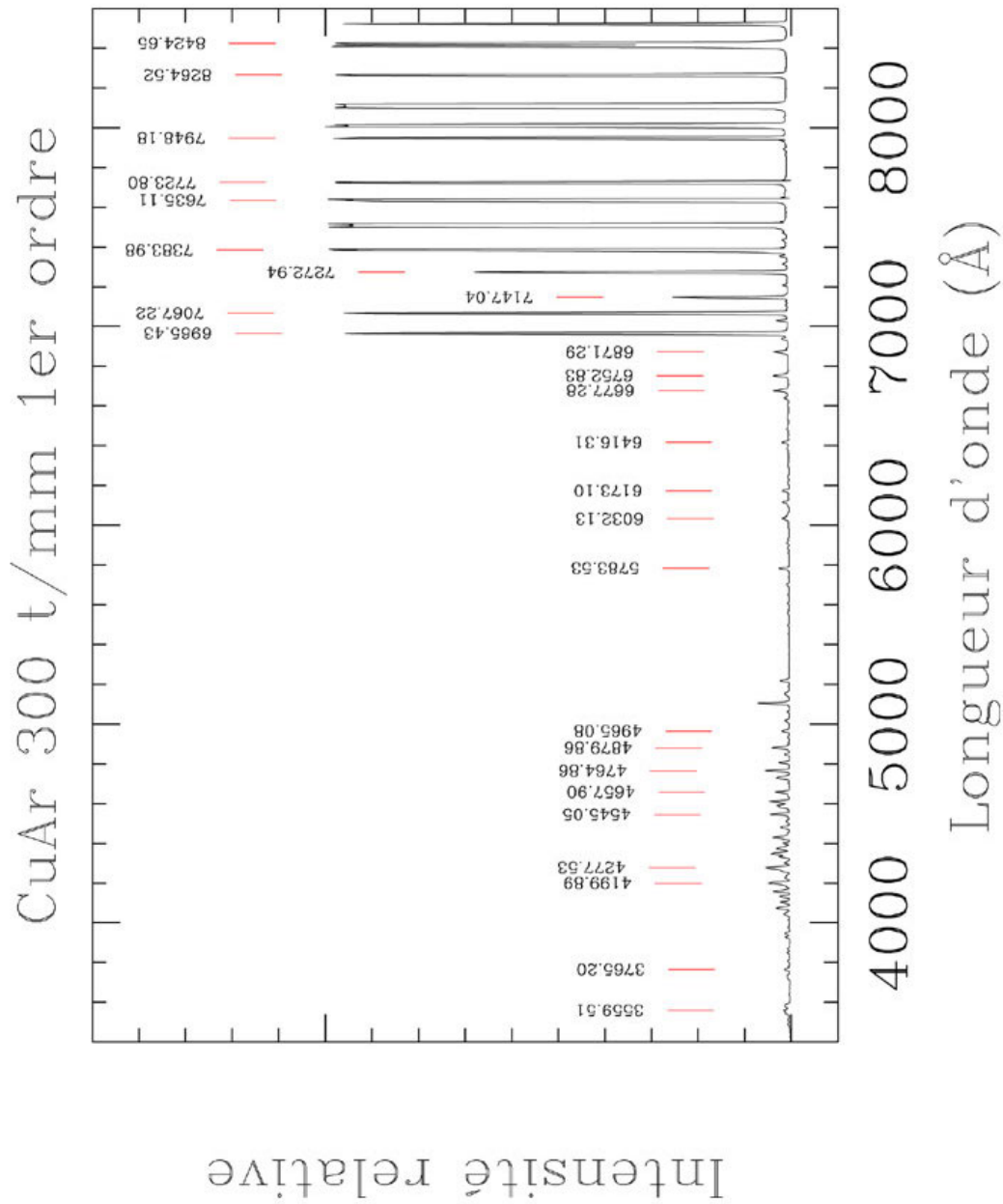
Le catalogue comprend les lampes suivantes :

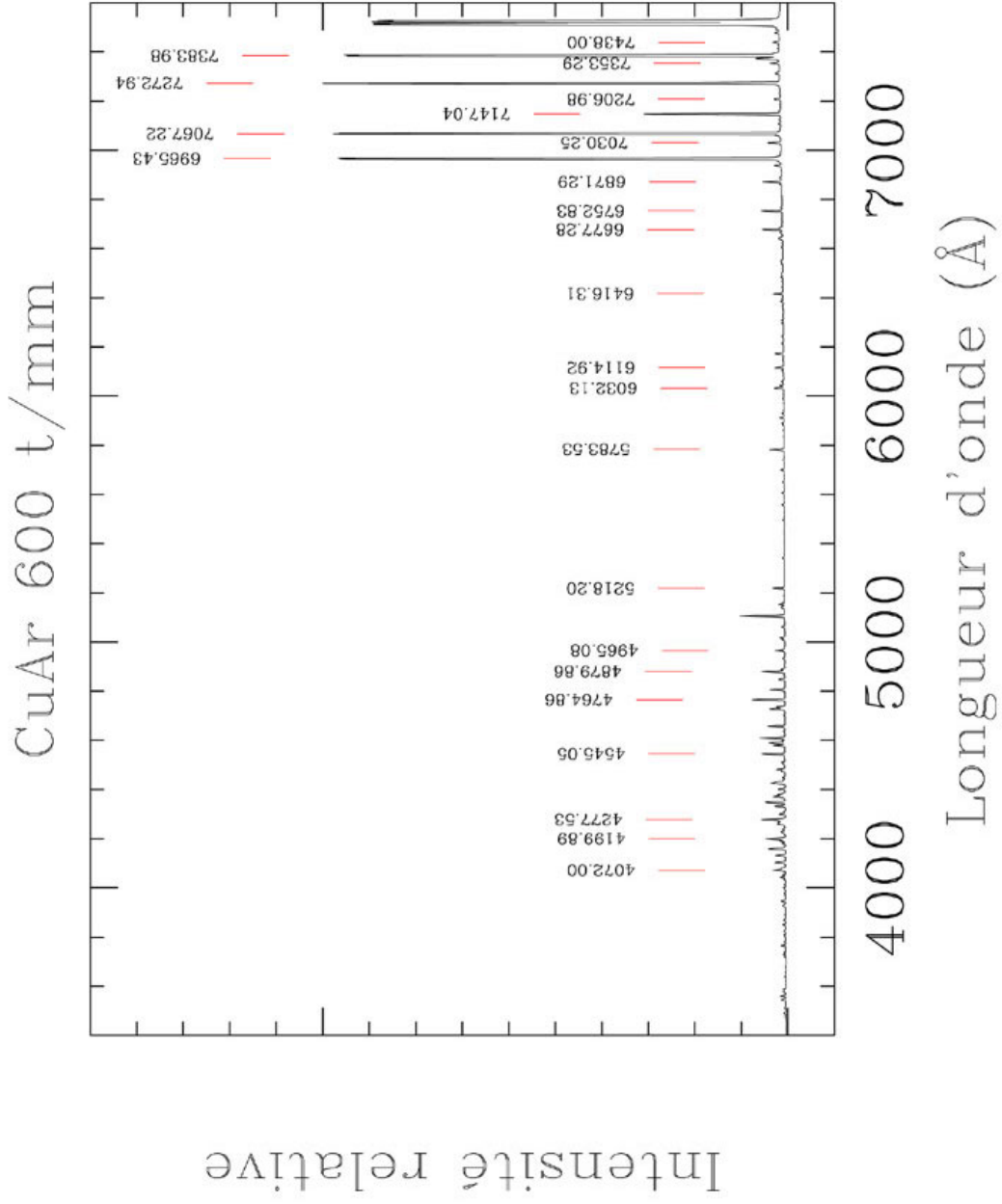
Cu-Ar : 150, 300, 600, 830, 1200

He-Ar : 150, 300, 600, 830, 1200

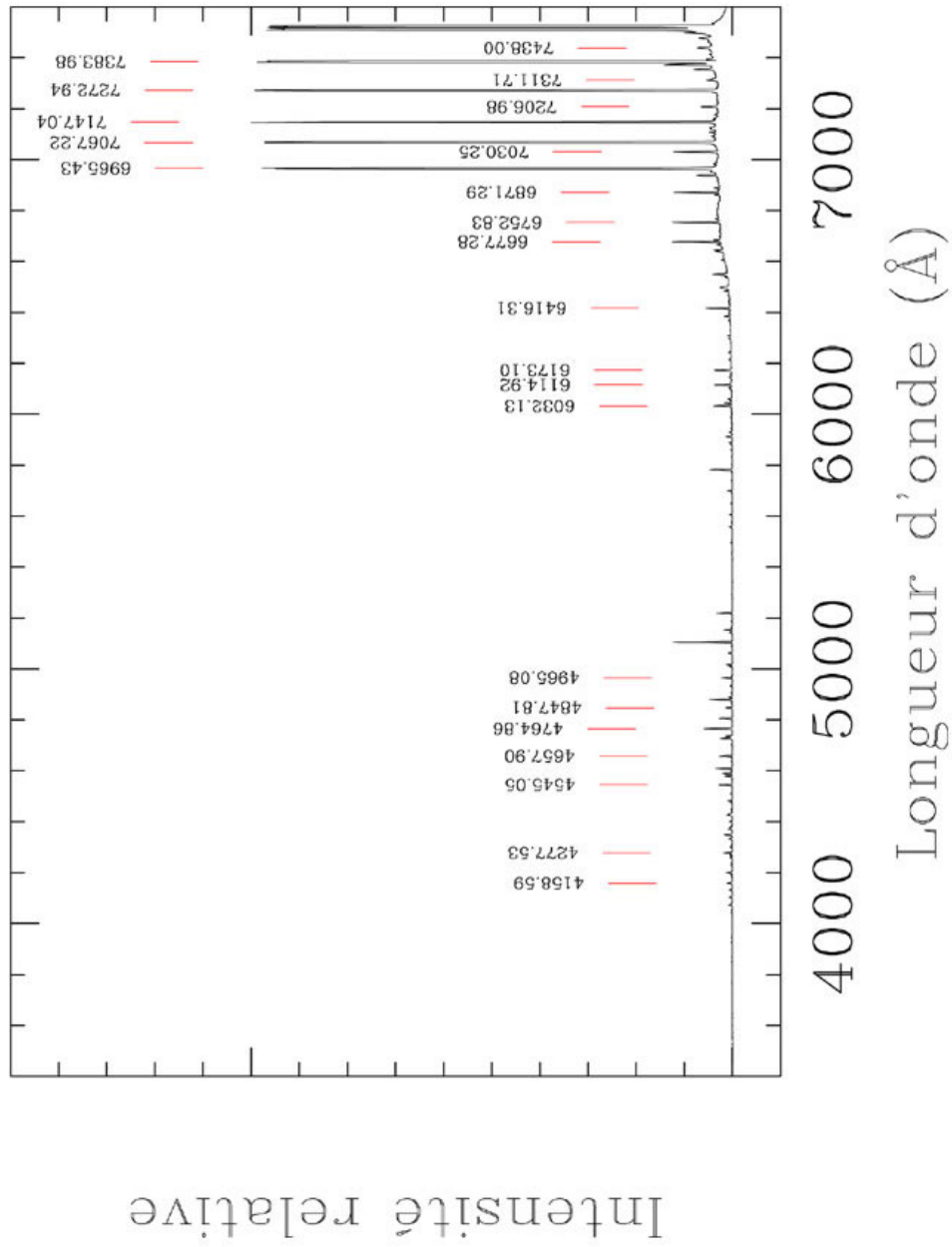
Ne : 830, 1200



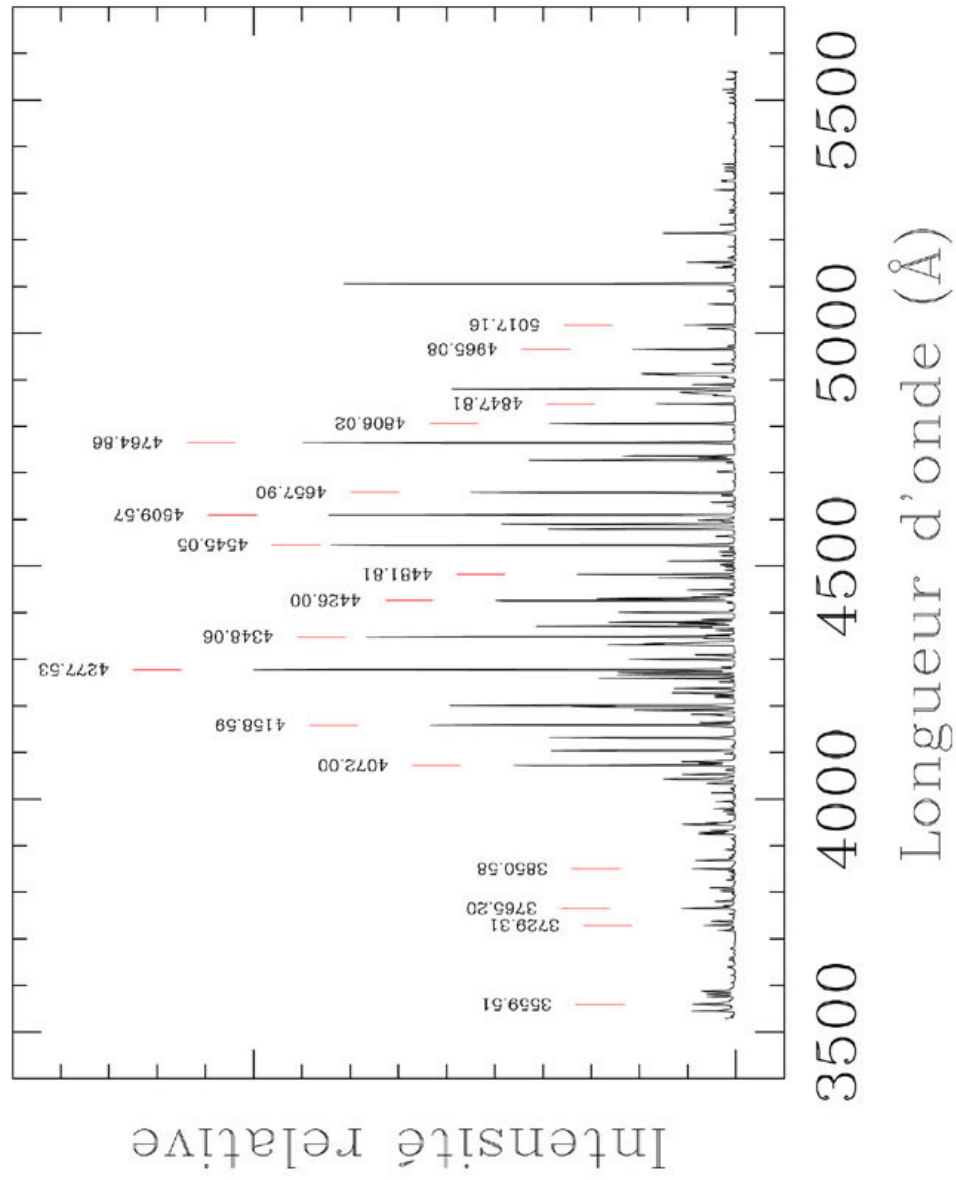




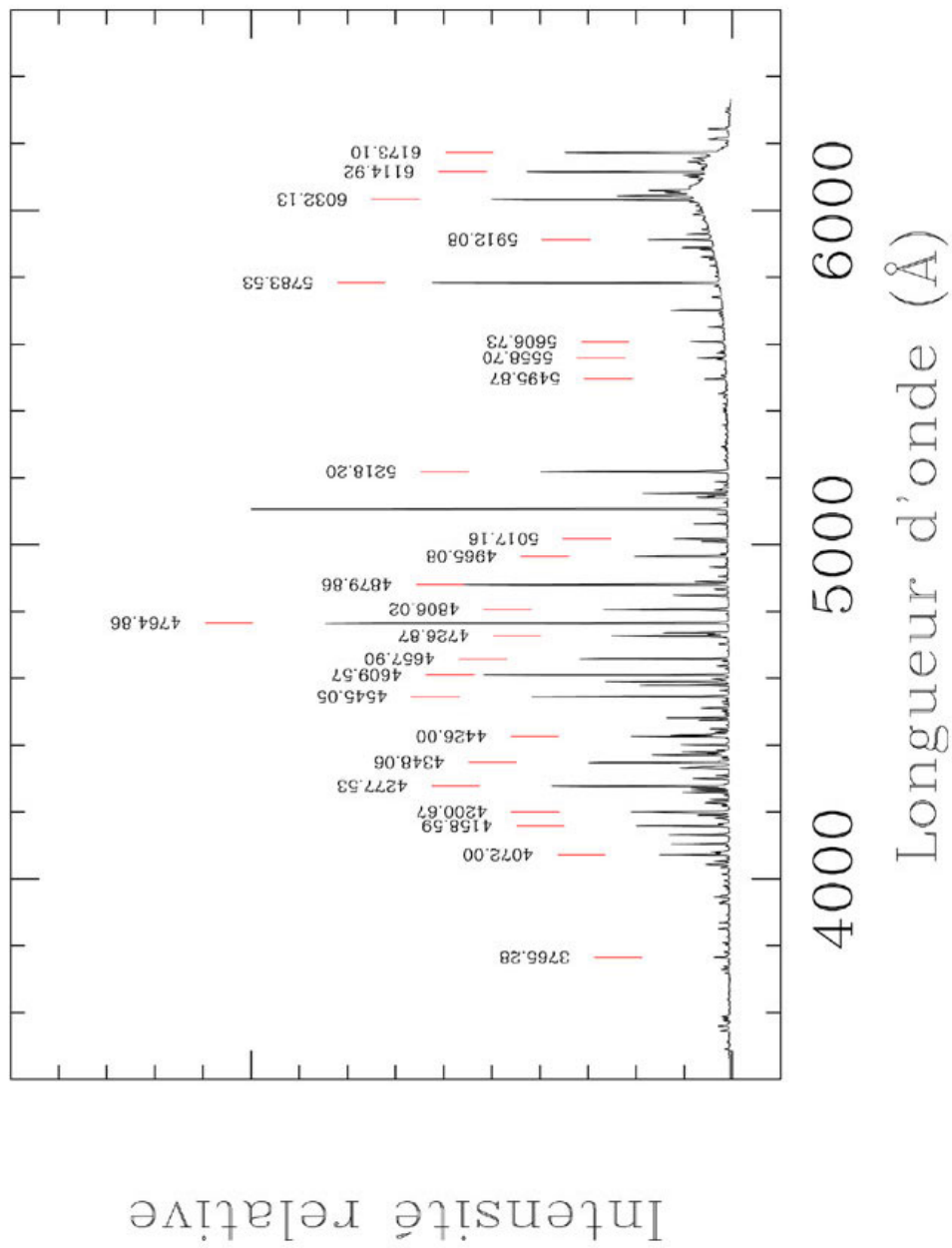
CuAr 830-1 t/mm 1er ordre



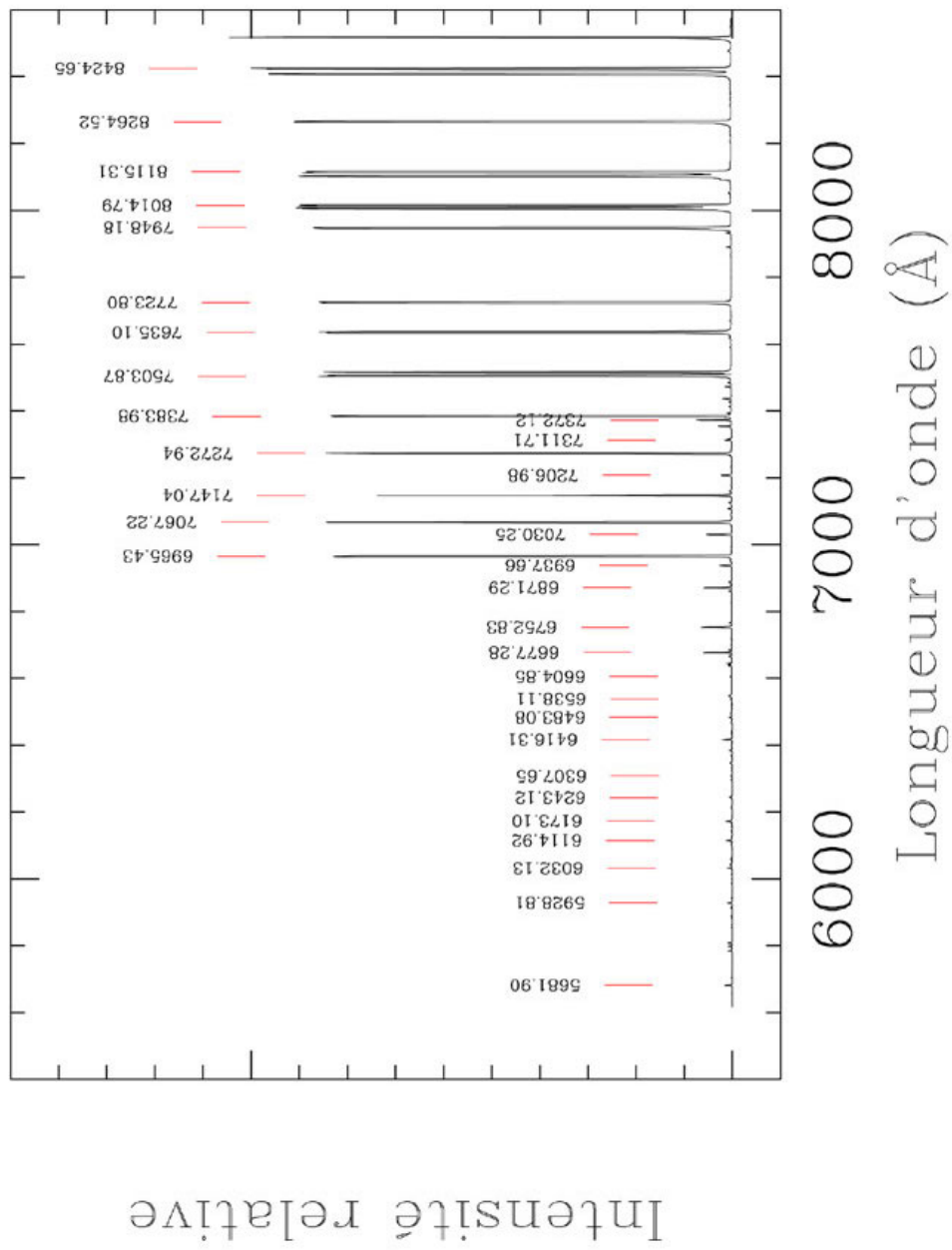
CuAr 830-2 t/mm 2e ordre



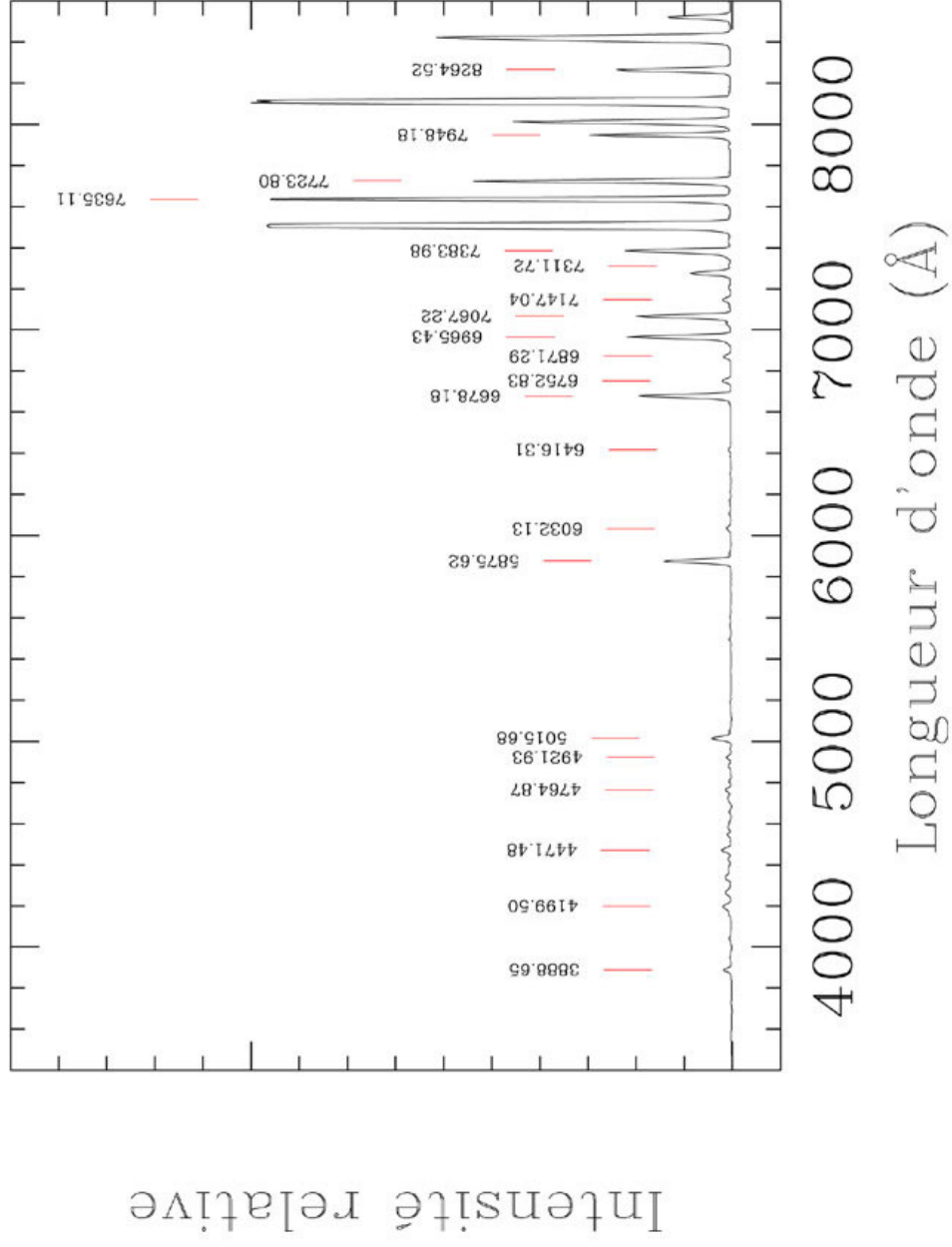
Cu-Ar 1200 t/mm 1er ordre



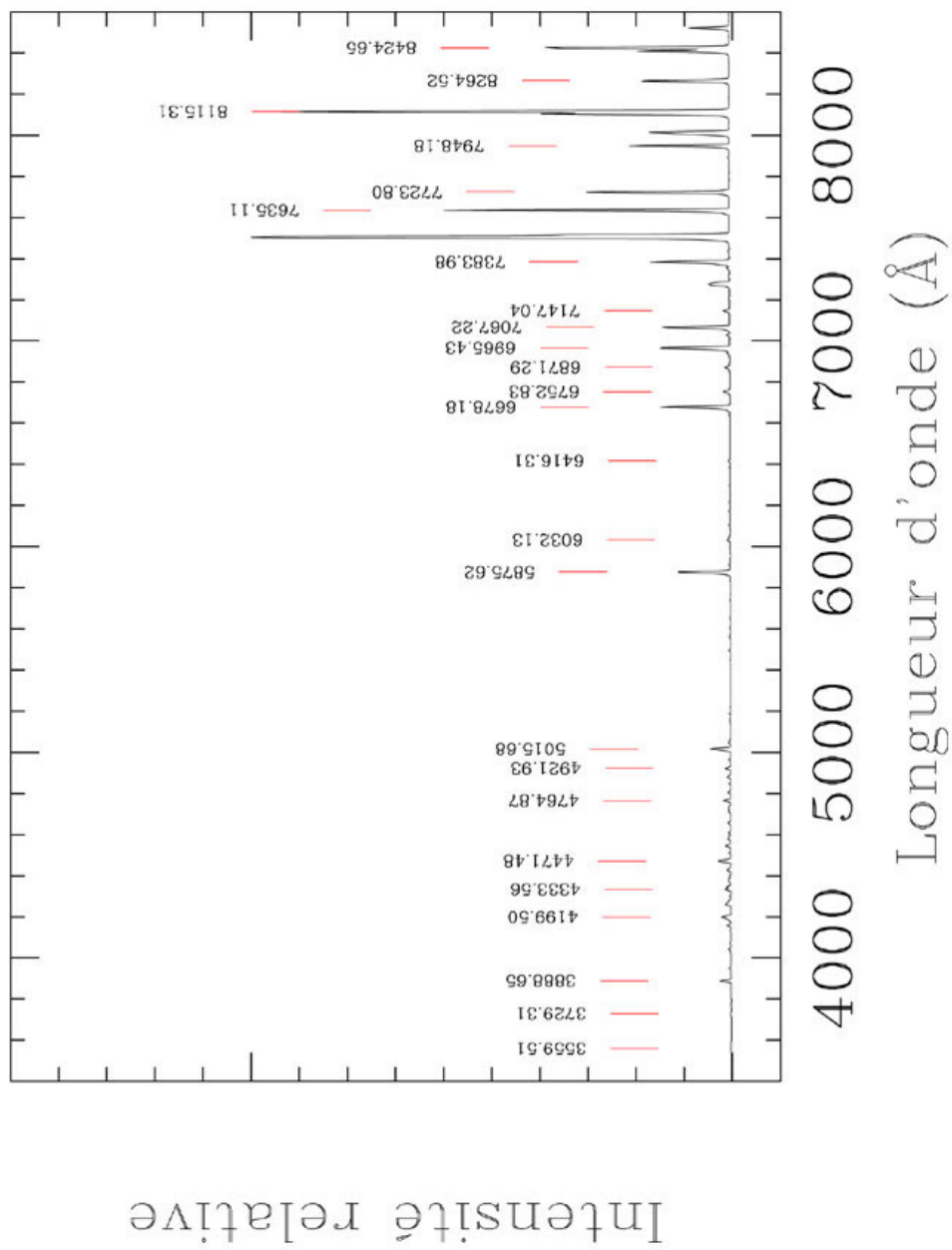
Cu-Ar 1200 t/mm 1er ordre

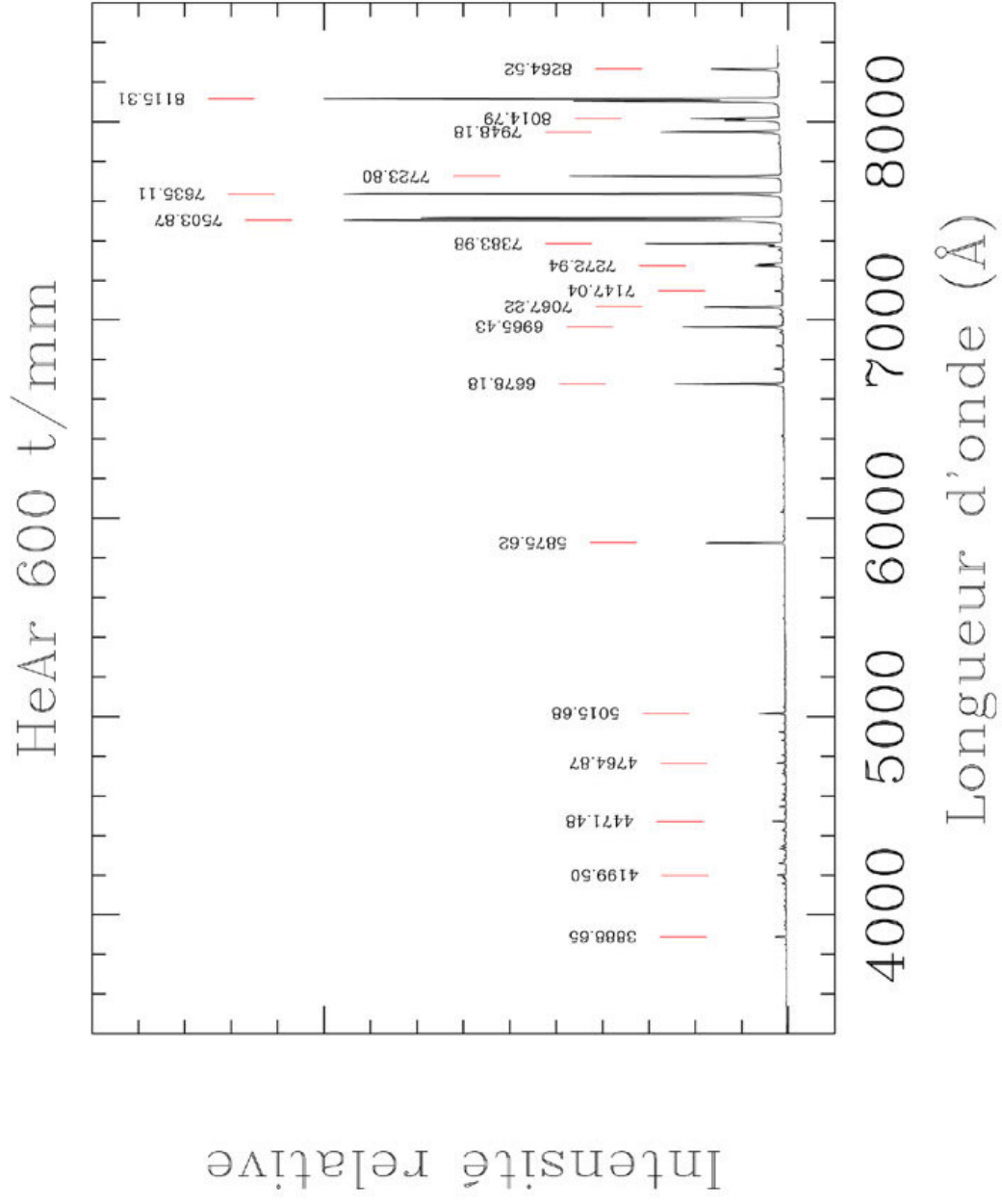


HeAr 150 t/mm 1er ordre

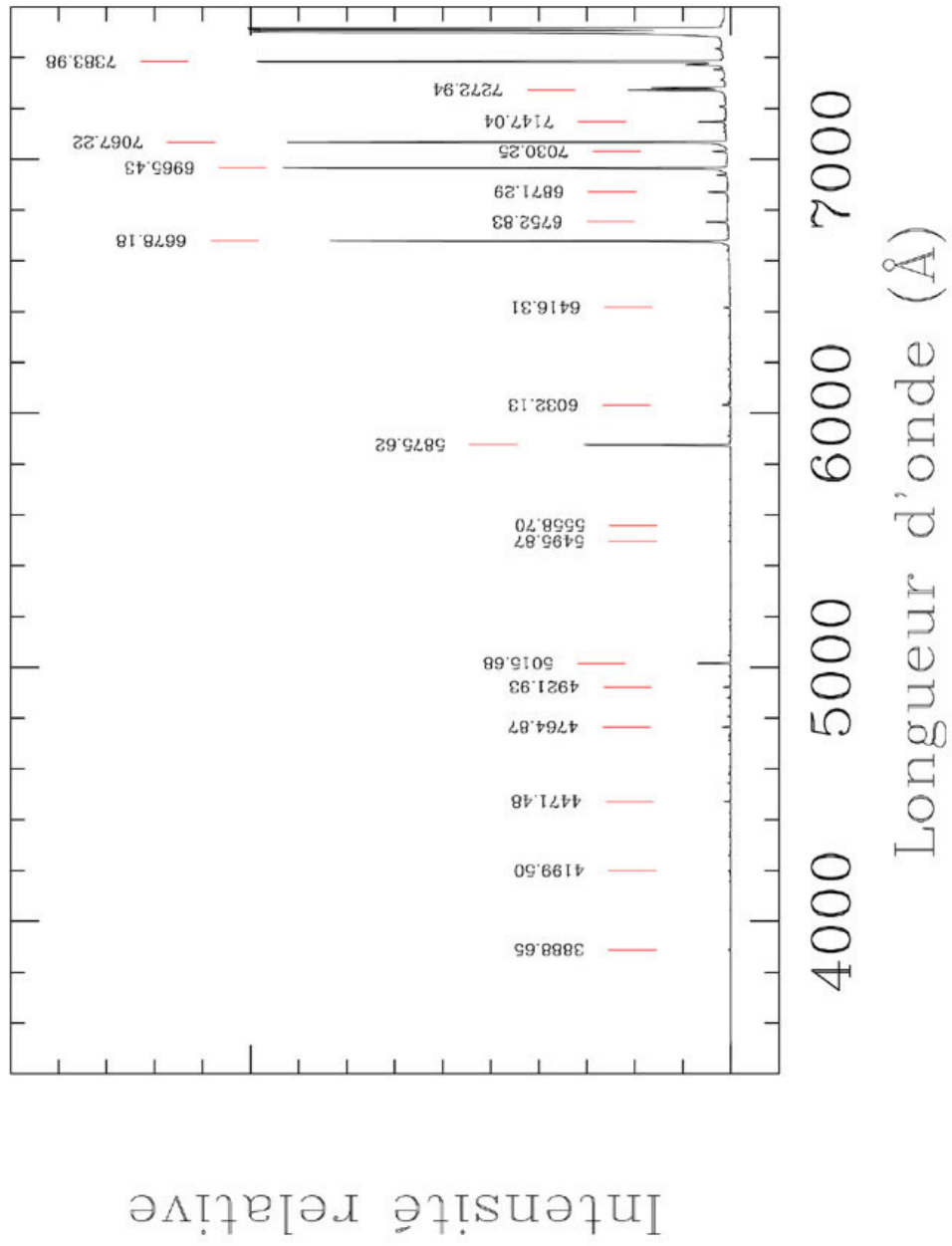


HeAr 300 t/mm 1er ordre

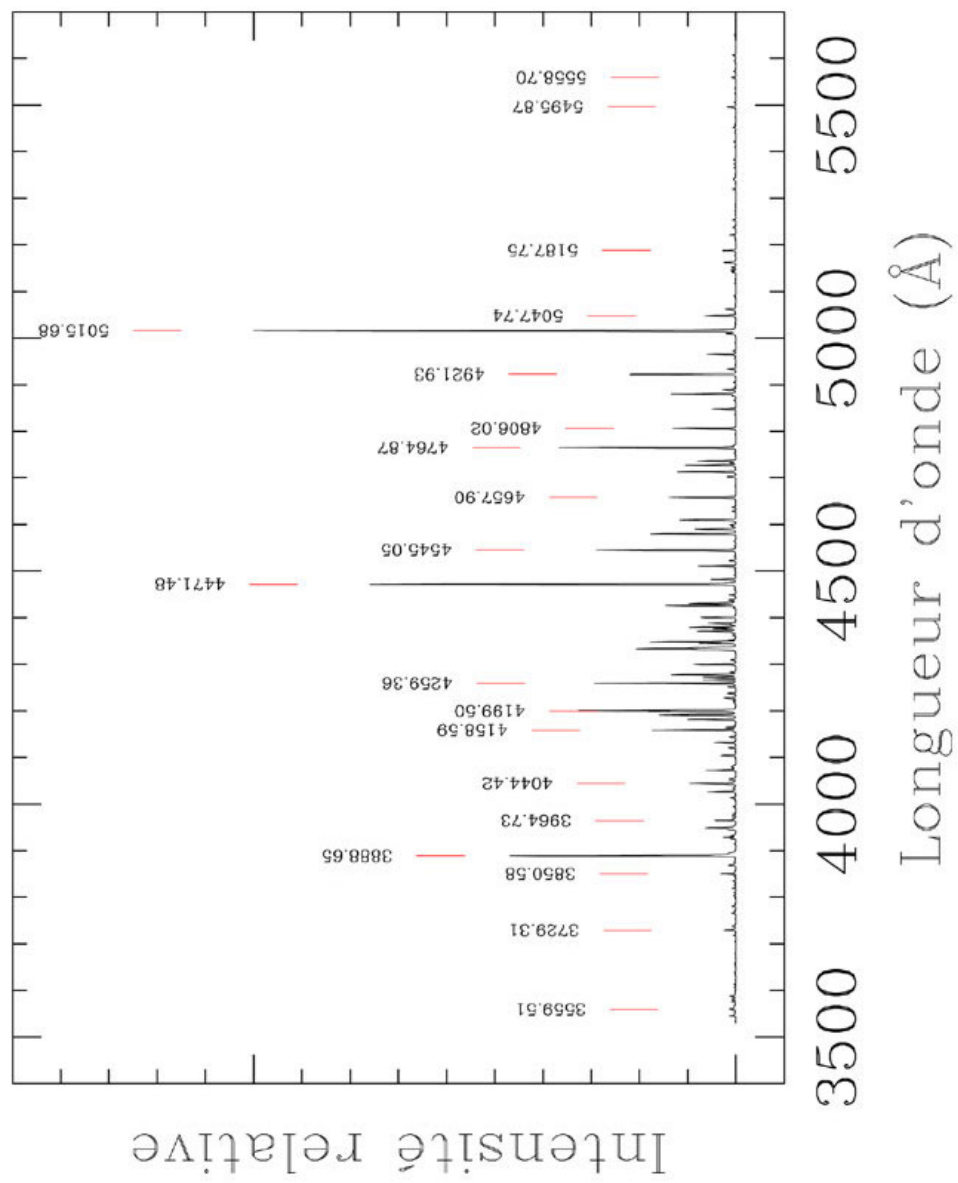




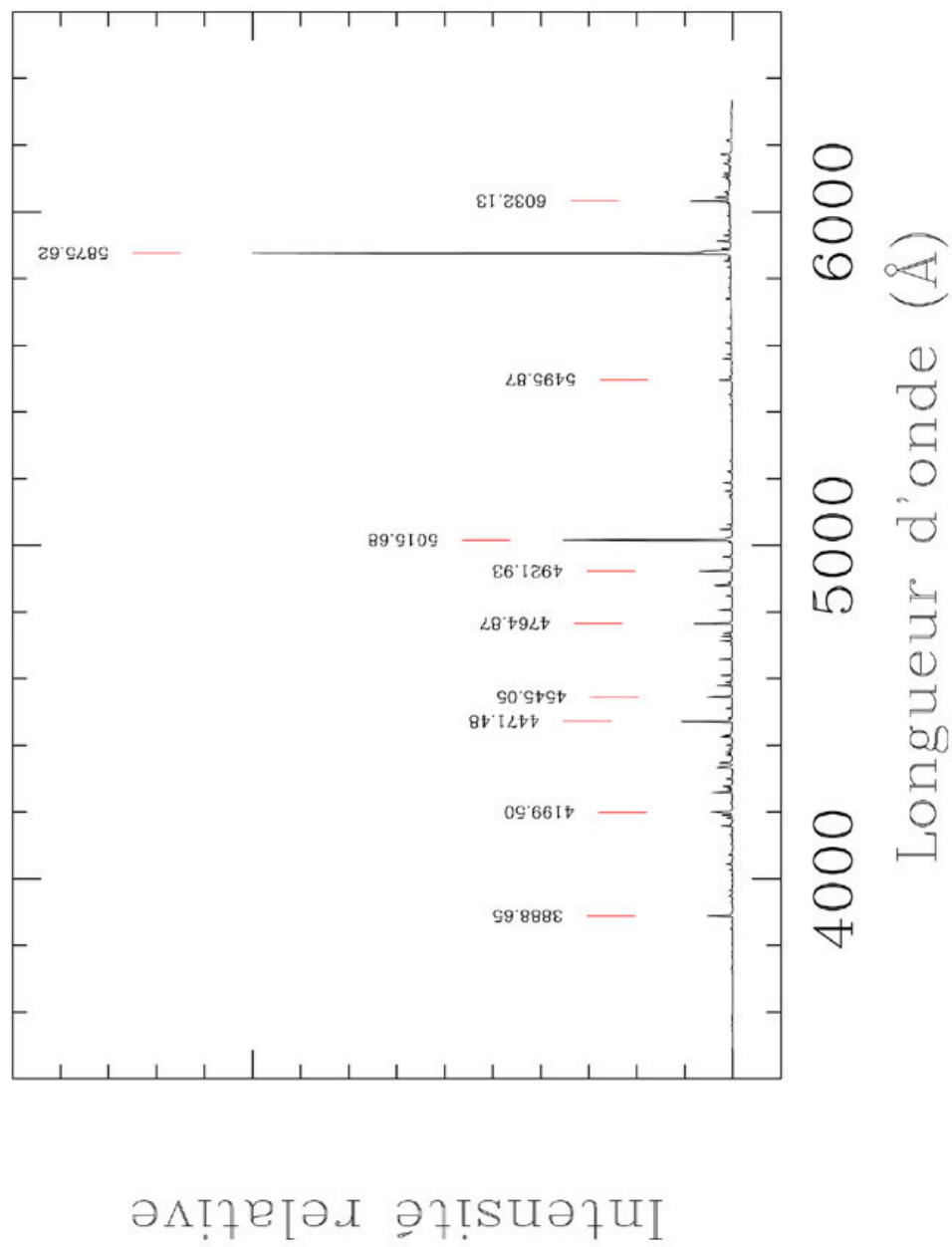
HeAr 830-1 t/mm 1er ordre



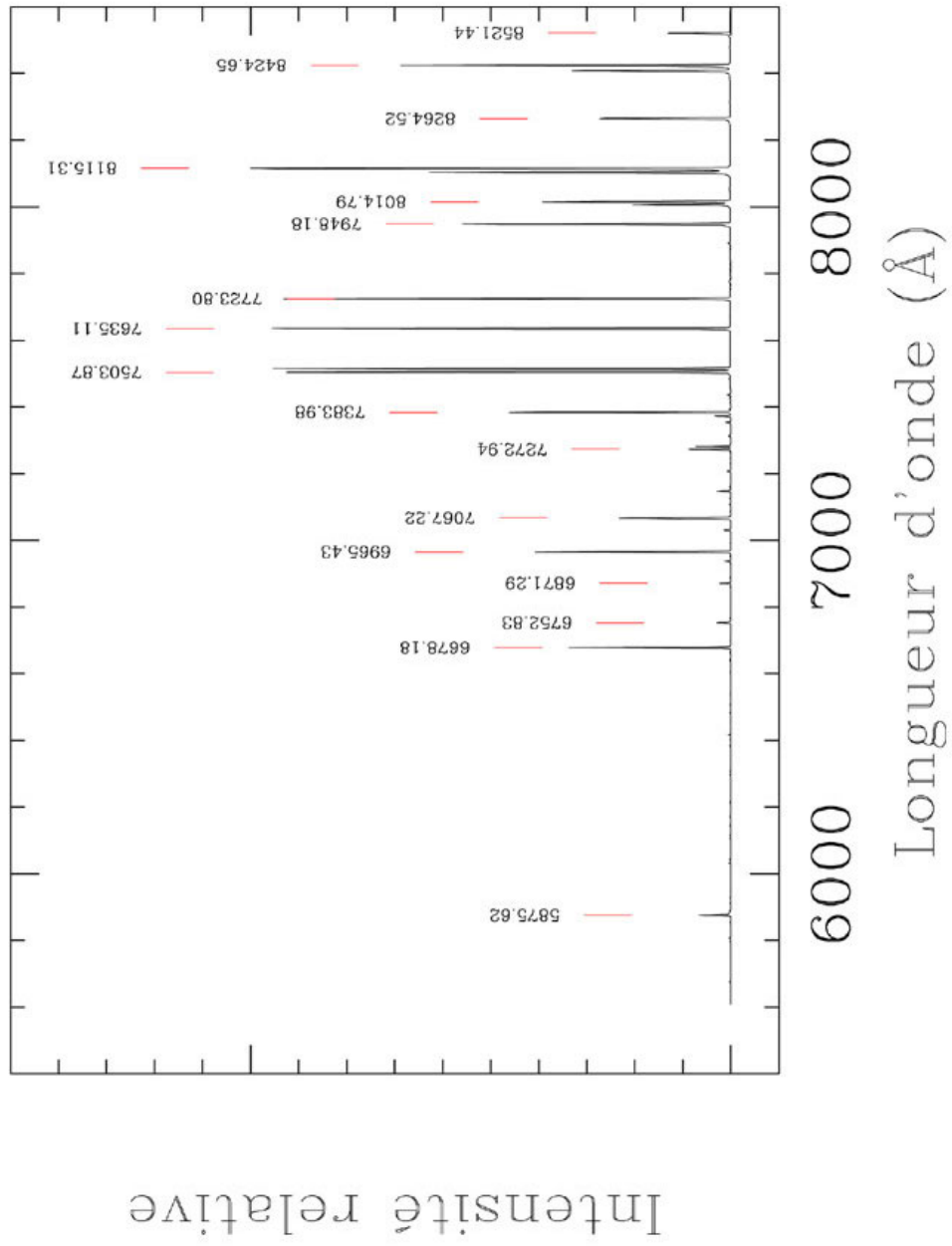
HeAr 830-2 t/mm 2e ordre



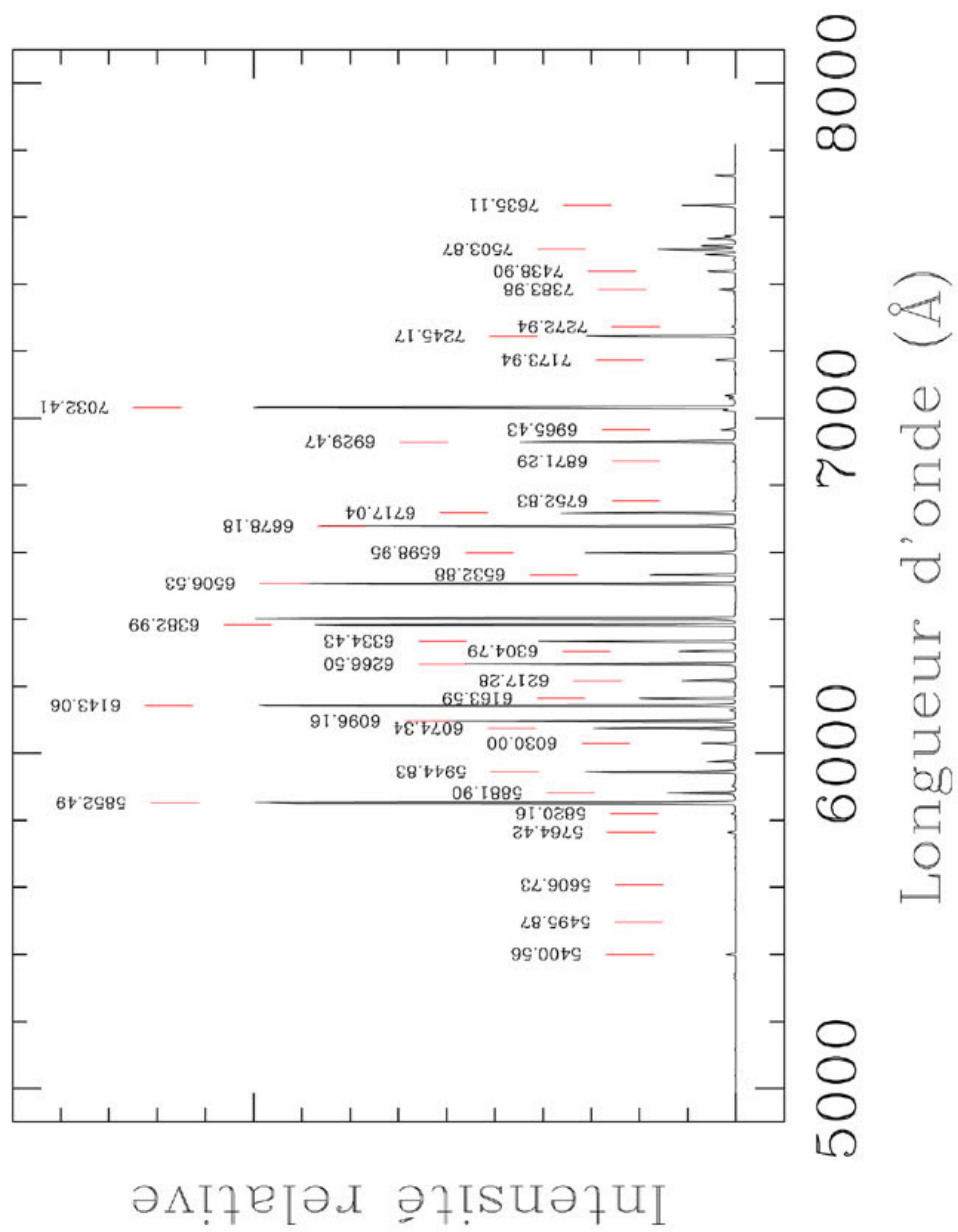
He-Ar 1200 t/mm 1er ordre

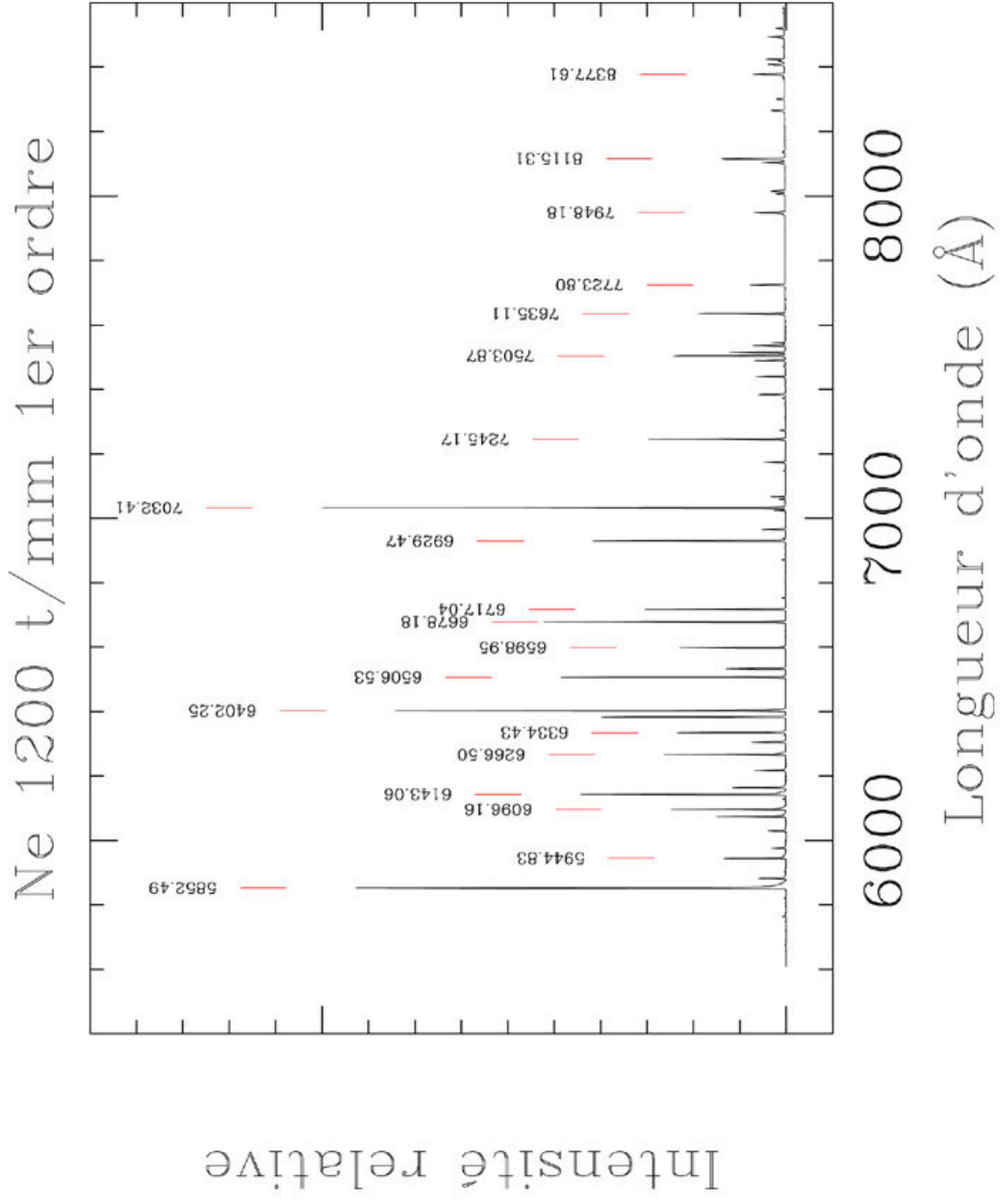


He-Ar 1200 t/mm 1er ordre



Ne 830-1 t/mm 1er ordre





Étapes d'observation avec le Spectrographe

Ordinateur d'acquisition : manwe

Nom d'utilisateur: observateur

Mot de passe: voir l'assistant de nuit

Système d'acquisition : [VisiOMM](#)

Note :

L'ordinateur d'acquisition du spectrographe est un Sun qui prend de l'âge. Il est donc lent, et ne contient pas beaucoup d'espace-disque. Il faut alors faire une gestion de l'espace, et cette gestion est contrôlée par l'astronome de soutien et l'assistant de nuit. Manwe a aussi un problème de mémoire qui occasionne parfois un redémarrage de l'ordinateur. À chaque fois que manwe « plante », un fichier est sauvegardé dans la partition « root », et lorsque cette partition atteint sa limite d'espace, l'ordinateur ne redémarre pas bien. L'assistant de nuit peut aller effacer ces fichiers qui se trouvent dans la partition : root:/var/crash/Blade100

Interface graphique VisiOMM

The screenshot shows the VisiOMM_40beta.v1 software interface. It features a central plot area titled 'Spectro + STA0520 Bleu' with a resolution of '1 242 "/pixel'. The plot shows a spectrum with a y-axis from 0 to 2720 and an x-axis from 0 to 2720. The plot area is surrounded by several control panels:

- Top Left:** A panel with a 'STOP' button, 'MPP' indicator, and 'Ampli A' dropdown. Below it are 'Taille des pixels (micron)' (15.0), 'Gain (él./ADU)' (A: 1.40, B: 0.00, C: 0.00, D: 1.40), and 'Bruit de lecture (él.)' (A: 6.60, B: 0.00, C: 0.00, D: 32.00).
- Top Center:** A panel with 'Gain' options (1x, 2x, 5x, 10x) and 'Lecture' modes (rapide, lente).
- Top Right:** A panel with 'Z Auto', 'Max', and 'Min' controls.
- Middle Left:** A panel with 'CCD' and 'Contrôleur' settings, including 'T Opt.' (-115.0) and 'T CCD' (-115.4).
- Middle Center:** A panel with 'X1', 'Y1', 'X2', 'Y2' coordinates (X1: 1, Y1: 1, X2: 2688, Y2: 512) and 'Xbin', 'Ybin' settings.
- Middle Right:** A panel with 'SÉQUENCES' and 'Zéro ("bits")' options.
- Bottom Left:** A panel with 'Nom de l'objet' (Test), 'Répertoire' (/LAMONT/GenIII/CCD_OMM), 'Racine des noms des fichiers' (test), and 'Incrémentation' (1).
- Bottom Center:** A panel with 'Texp (sec)' (0.0), 'T Taille (sec)' (0.0), 'Écoulé (sec)', and '% Exposition' (0.0) indicators.
- Bottom Right:** A panel with 'TCS' and 'SPECTRO' indicators, and a table of astronomical parameters: Ang. Hor., Asc. Dr., Déclinaison, Époque, Masse d'air, Dôme, T. Univ., T. Signal., Année, Foyer Tél., Rot. inst.
- Bottom:** A row of buttons: GO, PAUSE, REPRISE, MODIFIER (Temp), ANNULER, and OBTURATEUR FERMÉ.

Color-coded callouts A through H point to specific elements in the interface:

- A: STOP button
- B: Gain 1x button
- C: Gain 2x button
- D: Gain 5x button
- E: Gain 10x button
- F: X1 input field
- G: X2 input field
- H: Xbin input field

Description de l'interface graphique

A) Information reliée au type d'amplification de l'image. L'observateur a le choix entre quatre amplificateurs (A,B,C,D). L'information contient la valeur du gain et du bruit pour chaque amplificateur. Par exemple, nous suggérons le choix **A** plutôt que D, puisqu'il offre un bruit plus petit pour un gain similaire.

B) Configuration du gain et de la vitesse de lecture. Un multiple élevé du gain augmente la résolution, mais augmente aussi le bruit de lecture. Aussi, plus le gain est élevé, plus il est facile de saturer. Nous recommandons **2x le gain** et une **lecture lente**.

C) Permet de lire une section du CCD, au lieu de tout le CCD. Le bouton « Pleine image » réajuste la lecture de tout le détecteur. Il est recommandé de lire le CCD au complet.

D) Information sur la température optimale du CCD. Il est important de noter que la température optimale peut être atteinte en 10min, mais qu'il est hautement conseillé de laisser la température se stabiliser durant 2hr. Il est important d'atteindre la température la plus basse puisque ça réduit le « dark current » et améliore le rapport signal sur bruit.

E) Nom de la cible et répertoire de sauvegarde. Cette section vous permet d'entrer le nom de la cible (qui sera inclus dans le metadata), le chemin du répertoire où les données seront sauvegardées :

p. ex. /home/observateur/iraf/YMMDD, et le nom de « racine » des fichiers.

Pour le nom de « racine » des fichiers, vous pouvez choisir ce que vous voulez, mais notez que la tendance pour les archives est de privilégier un nom débutant par la date d'observation (p. ex. 181111_), et d'utiliser l'option « incrément automatique ». Donc, par exemple, vos fichiers porteront un nom comme : 181111_0001, 181111_0002,... Si vous ne choisissez pas le choix d'incrément automatique, vous devez utiliser le bouton « No. de séquence » pour inclure le numéro de la séquence qui sera incluse à votre fichier. Vous pouvez aussi décider combien d'images vous voulez prendre pour votre cible avec le choix « Nb images à faire ».

F) Temps d'exposition. Cette case vous permet d'inclure le temps d'exposition. Elle vous donne ensuite de l'information sur la progression de l'observation. Notez que le temps de pose suggéré pour une **lampe de comparaison** est de **5.0 sec**, et que le temps de pose pour un **objet** sur le ciel est de **600.0 sec** (voir détails plus loin)

G) Contrôle d'une pose. Cette section sert à contrôler une pose : **GO** pour prendre une pose, **PAUSE** pour faire un arrêt temporairement de la pose (passage nuageux par exemple) sans sauvegarde de l'image, **REPRISE** pour repartir la pose.

H) Affichage de l'image/spectre. Cet affichage n'est pas interactif et doit être activé en sélectionnant le bouton « Affichage automatique ».

Création du répertoire de sauvegarde des données

- 1) ouvrir un terminal (right-clic sur le Desktop, Menu Outils/Applications/Terminal)
- 2) taper **cd /home/observateur/iraf**
- 3) taper, par exemple, **mkdir 181111** (ajustez avec la date de votre nuit d'observation)

Utilisation de l'interface graphique

Pour utiliser VisiOMM

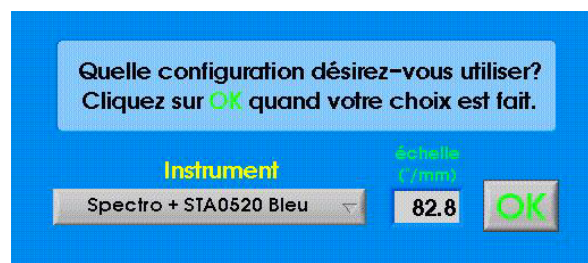
- 1) ouvrir un terminal (right-click sur le Desktop, Menu Outils/Applications/Terminal)
- 2) Dans le terminal : taper **xgterm &** et ensuite peser sur la touche de clavier **enter**
- 3) Dans la fenêtre « xgterm » : taper **visiomm** et ensuite peser sur la touche de clavier **enter**
- 4) L'interface s'ouvrira :



Pour quitter VisiOMM, il faut sélectionner le bouton **STOP**.

À première vue, certains boutons sont indisponibles, comme par exemple, **MODE LECTURE**, **SÉQUENCE**, etc. Ces boutons seront activés après avoir sélectionné l'instrument.

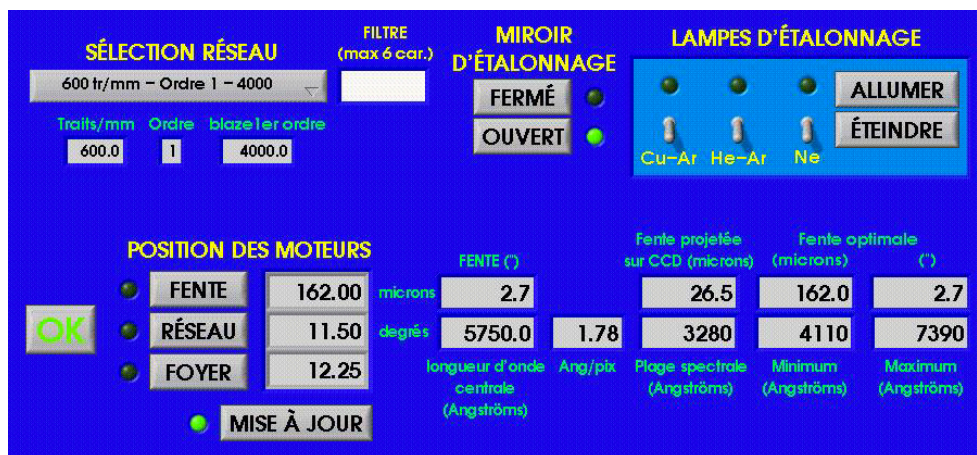
Pour sélectionner l'instrument, il faut faire un clic sur la flèche blanche (coin supérieur gauche de la fenêtre). Cette commande ouvre une fenêtre qui vous permet de choisir l'instrument, ici, vous choisissez : **spectro+STA0520 Bleu** suivi de **OK** :



Par la suite, le bouton **MODE LECTURE** de VisiOMM s’animera, il faut alors choisir **Ampli A** et une nouvelle fenêtre s’ouvrira :



Sélectionner **SPECTRO**, une nouvelle fenêtre ouvrira pour vous permettre de configurer le réseau que vous avez décidé d’utiliser :



Par exemple, sélectionnez le réseau **1200tr/mm-ordre1 5000** si c’est le réseau installé.

Pour le reste de la configuration, nous allons maintenant décrire les étapes en débutant par la mise au foyer du spectrographe.

Mise au foyer

- 1) Dans **SÉQUENCES**, choisir **Foyer – Spectro/Coll**
- 2) **ALLUMER** une lampe d’étalonnage : Cu-AR ou Th-Ar
- 3) Dans la fenêtre **SÉQUENCE AUTOMATIQUE D’AJUSTEMENT DU FOYER DU SPECTROGRAPHE** remplir les champs suivants : Nom de l’objet (p.ex. **foyer**), Racine des noms des fichiers (p. ex. **foyer_spec**), Répertoire (p. ex. **/home/observateur/iraf/181111**). Ensuite, No. de séquence = 1, Texp=5 (en seconde) pour tous les réseaux exceptés l’holographique (minimum de 30 sec). Si la position approximative de la collimation n’est pas connue alors les valeurs pour « Incrément collimatrice, Collimatrice Min, et Collimatrice Max » seront respectivement de « 0.5, 5.00, et 15.0 ».

SÉQUENCE AUTOMATIQUE D'AJUSTEMENT DU FOYER DU SPECTROGRAPHE
 Une fois lancée, la séquence s'exécute automatiquement. Il est impossible de l'arrêter.
 Entrez les valeurs et cliquez sur **GO**, sinon cliquez sur **Annuler**

Nom de l'objet	No. de séquence	Nombre d'images	Temp
<input type="text" value="8.00"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="5.0"/>
Racine des noms des fichiers	Incrément collimatrice	Collimatrice Min	Collimatrice Max
<input type="text" value="foyer_spec"/>	<input type="text" value="0.50"/>	<input type="text" value="8.00"/>	<input type="text" value="12.00"/>
Répertoire	<input type="text" value="/LAMONT/GenIII/CCD_OMM"/>		

- 4) Peser sur **GO**
- 5) Lorsque la séquence est terminée, retournez dans un terminal xgterm et allez dans le répertoire des images
- 6) **cd /home/observateur/iraf/** et peser sur **enter**
- 7) ouvrez le programme d'Iraf à l'aide de la commande : **cl** et peser sur **enter**

```

NOAO Sun/IRAF Revision 2.12.2-EXPORT Sun Jan 25 16:09:03 MST 2004
This is the EXPORT version of Sun/IRAF V2.12 for SunOS 4 and Solaris 2.8

Welcome to IRAF. To list the available commands, type ? or ??. To get
detailed information about a command, type `help command'. To run a
command or load a package, type its name. Type `bye' to exit a
package, or `logout' to get out of the CL. Type `news' to find out
what is new in the version of the system you are using. The following
commands or packages are currently defined:

    cfh12k.  dataio.  gemini.  images.  lists.  noao.  proto.  system.  xccdred.
    color.   dbms.   gmisc.  imcnv.  mscred.  obsolete.  softtools.  tables.
    ctio.    fitsutil.  guiapps.  language.  nmisc.  plot.  stdsdas.  utilities.

cl>
  
```

- 8) allez dans le répertoire de la nuit : **cd 181111**
- 9) ouvrez l'éditeur de la tâche d'analyse du foyer : **epar specfocus**

```

                                I R A F
                                Image Reduction and Analysis Facility

PACKAGE = obsutil
TASK = specfocus

images = foy*[800:1180,200:300] List of images
(focus = 5x0.5) Focus values
(corwidt= 20) Correlation width
(level = 0.5) Percent or fraction of peak for width measurement
(shifts = yes) Compute shifts across the dispersion?

(dispxi= 2) Dispersion axis (long slit only)
(nspectr= 1) Number of spectral samples (long slit only)
(ndisp = 1) Number of dispersion samples
(slit1 = INDEF) Lower slit edge
(slit2 = INDEF) Upper slit edge

(logfile= logfile) Logfile
(mode = ql)
  
```

10) Image = foy*[800 :1180,200 :300]

Cette ligne indique quels fichiers et quelle fenêtre d'analyse utiliser pour faire l'analyse du foyer. Ici, les images obtenues précédemment devraient avoir un nom débutant par « foy ». Ajuster au besoin.

11) Éditer la deuxième ligne de la tâche :

Focus = 5x0.5 (c.-à-d. Collimatrice Min =5 et Increment collimatrice = 0.5)

12) Pour terminer l'édition de la tâche et activer la tâche, faire :

:go et peser sur **enter**

13) Une fenêtre va s'ouvrir ; il faudra noter les meilleures valeurs de foyer

14) Pour fermer cette fenêtre, placer le curseur au centre de la fenêtre et peser sur **q** et pour quitter **cl** entrer **log** et peser sur **enter**

15) Dans l'interface VisioMM, peser encore sur **SPECTRO**

16) Peser sur **FOYER** et entrer les meilleures valeurs de foyer, et ensuite sur **GO**

17) Lorsque le clignotant en jaune cesse, peser sur **GO**

18) Finalement, faire une image test ; dans VisioMM (fenêtre principale)

19) Nom de l'objet (p. ex. **Test**, Racine des noms des fichiers (p. ex. **comp_test**), Répertoire (p. ex. **/home/observateur/iraf/181111**)

20) Ouvrir la lampe de calibration (Cu-Ar ou Th-Ar) ; Texp= 1 à 5 sec ; **GO**

21) Lorsque la séquence est terminée, retournez dans un terminal xgterm et allez dans le répertoire des images où se trouve votre image test

22) ouvrez le programme d'Iraf à l'aide de la commande : **cl** et peser sur **enter**

23) allez dans le répertoire de la nuit : **cd 181111**

24) tapez **plot** et ouvrez l'éditeur de la tâche **implot** : **epar implot**

```

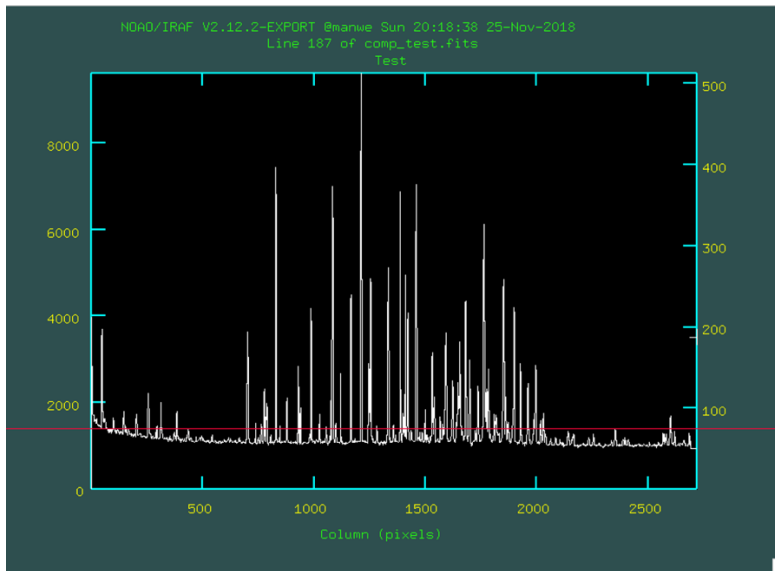
I R A F
Image Reduction and Analysis Facility

PACKAGE = plot
TASK = implot

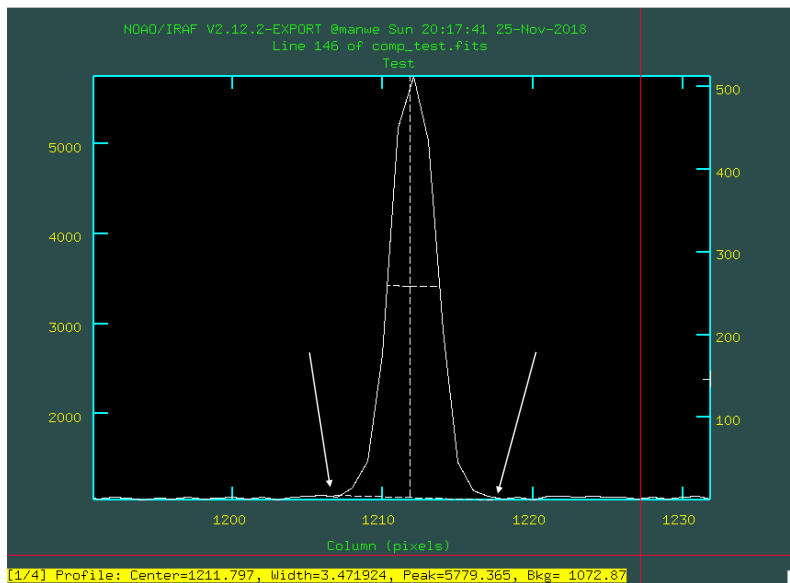
image =  comp_test.fits  image to be plotted
line   =          2000   line to be plotted
(wcs   =          logical) world coordinate system
(step  =          0)    Step in pixels for j/k key
(coords =          )    graphics cursor input
(device =          stdgraph) graphics device for plots
(mode  =          ql)

```

25) image = comp_test.fits ; ensuite **:go**



26) Faire un zoom sur une raie d'émission : placer le curseur à gauche d'une raie, peser sur E, et ensuite placer le curseur à droite de la raie, et peser de nouveau sur E.



27) Faire le calcul du FWHM d'une raie d'émission : utiliser P de chaque côté de cette raie (voir les flèches) au niveau de la « baseline » de la raie, mais attention, il faut rester à l'intérieur de la boîte noire du graphique ; ceci vous donnera les valeurs du profil de la raie, incluant le FWHM (width).

28) la lettre l (L minuscule...) vous redonne le spectre au complet. Évaluer le FWHM de 3-4 raies pour obtenir une moyenne.

29) Pour fermer cette fenêtre, placer le curseur au centre de la fenêtre et peser sur **q** et pour quitter **cl** entrer **log** et peser sur **enter**

Note

Il est très important de vérifier la valeur enregistrée de la position de la collimatrice dans le metadata de vos images, et les autres paramètres en même temps. Après avoir sélectionné la valeur optimale de la position de la collimatrice dans VisiOMM, il faut prendre une dernière image test, et ensuite vérifier la valeur de **SP-FOCUS** dans le metadata, mais aussi les autres paramètres ; GRATING, GR-ORDER, GR-ANGLE, SP-RESOL, SLIT-JAW, SLIT-SKY, SP-FOCUS (voir la prochaine image comme exemple) :

- a) ouvrez le programme d'Iraf à l'aide de la commande : **cl** et peser sur **enter**
- b) allez dans le répertoire de la nuit : **cd 181111**
- c) tapez **images** suivi de **imutil**, et ensuite : **imheader nom_de_image_test_final**

```
GRATING =          3600.0 / Traits/mm
GR-ORDER=           1 / Ordre
GR-ANGLE=          58.48 / Angle reseau (deg)
SP-RESOL=           0.25 / Resolution (Angs/pix)
SLIT-JAW=         183.60 / Fente (micron)
SLIT-SKY=           2.96 / Fente (arcsec)
SP-FOCUS=          11.78 / Foyer collimatrice
SP-LAMP =           / Lampe etalonnage
DISPAXIS=           1 / Direction spectrale
im>
```

Prise d'images

Lors de la prise de données de votre cible, il est important de prendre des images de calibration, aussi nommées « comparaison », avec les lampes d'étalonnage. La structure habituelle est la suivante :

Comparaison_1 – **cible_1** – comparaison_2
Comparaison_1 – **cible_2** – comparaison_2, etc.

On voit ici qu'une cible est toujours entourée avant et après de son fichier de comparaison. Aussi, il est très important de prendre le 2^e fichier de comparaison avant de bouger le télescope sur la cible suivante.

Cette structure permet de bien calibrer la longueur d'onde des raies d'émission, surtout si vous prévoyez un projet de vitesses radiales.

Lorsque vous allez paramétrer la section pour le nom de l'objet, nous conseillons la méthode suivante :

- 1) Il est important de sélectionner le bouton **Incrément automatique**

2) ensuite, par exemple

a) pour votre **cible** :

Nom de l'objet : M57

Répertoire : /home/observateur/iraf/181111/

Racine des noms des fichiers : 181111

b) pour le fichier de calibration :

Nom de l'objet : CuAr_1 (ou _2 pour le 2^e fichier de comparaison de votre cible)

Répertoire : /home/observateur/iraf/181111/

Racine des noms des fichiers : 181111

Les fichiers seront ainsi nommés 181111_0001.fits, 181111_0002.fits, etc. Et l'information de l'objet (cible ou calibration) sera dans le metadata.

Calibration avec lampes d'étalonnage

Temps d'exposition = **5 sec**

Allumer la lampe = **CuAr** (par exemple)

Peser sur **GO**



À la fin de la pose, éteindre la lampe et préparer la pose de votre cible :

Temps d'exposition = choisi par rapport au signal sur bruit que vous voulez obtenir

Peser sur **GO**

Ensuite, vous refaites une pose de comparaison CuAr (par exemple).

Il est conseillé de vérifier vos images (cibles et comparaisons) à mesure que votre nuit d'observation progresse, et ce dans le but d'identifier tout problème pouvant se développer. En vérifiant **les premières poses** de votre objet et des lampes de calibrations, vous pourrez juger si le temps de pose est efficace ou si vous "**saturé**". Si vos images sont saturées, elles ne serviront à rien.

Calibration du détecteur

Cette calibration sert à corriger pour le courant sombre et l'uniformité du détecteur. Il ne faut aucune lumière dans le dôme pour les calibrations **Dark** et **Bias**.

Dark

Sélectionnez le bouton/menu **SÉQUENCES** et choisissez **Dark**

Paramétrez le nombre de poses = 11

Le temps d'exposition doit être le temps d'exposition utilisé sur chacune de vos cibles. Par exemple, si pour une cible vous avez exposé 600 sec, alors vous devez avoir une série de 11 fichiers **dark** à 600sec, etc..

Et peser sur **GO**

Bias (pose de zéro seconde)

Sélectionnez le bouton/menu **SÉQUENCES** et choisissez **Bias**

Paramétrez le nombre de poses = 11

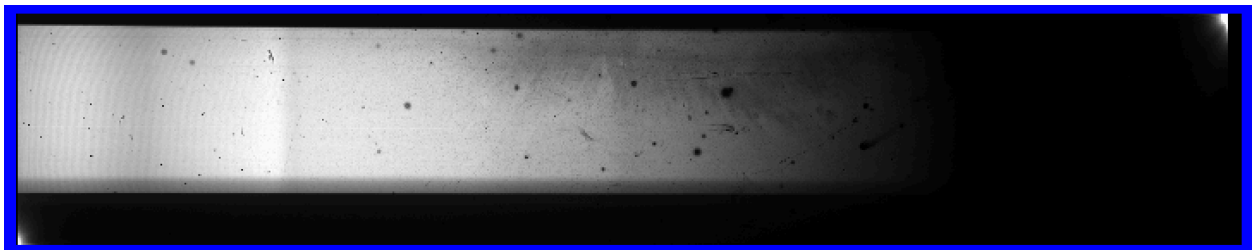
Et le temps d'exposition = 0

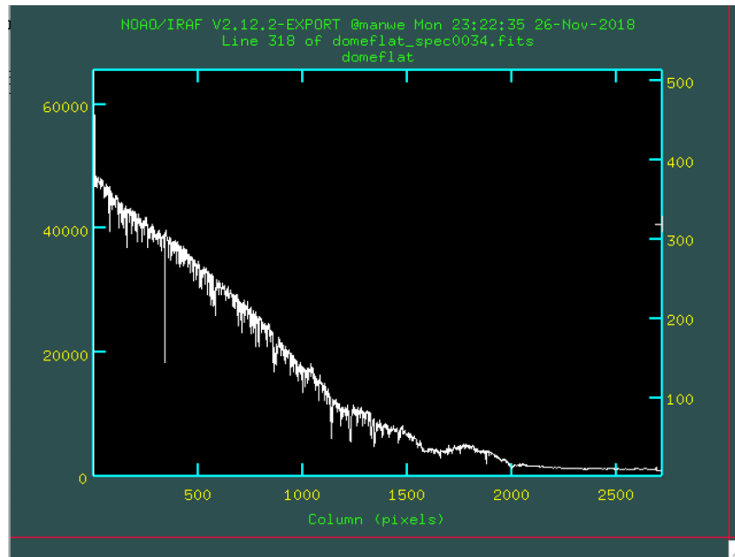
Peser sur **GO**

Domeflat (plage uniforme)

L'assistant de nuit doit pointer le télescope vers l'écran blanc sur le dôme (situé à l'Ouest). Ensuite, les lampes pour plage uniforme du spectro doivent être allumées.

Vous devez faire une pose temporaire pour évaluer le bon temps d'exposition afin d'obtenir un nombre d'ADU autour de 14000 à un bout du détecteur, et 1000 à l'opposé, car il y a un gradient important le long du détecteur. Voici un exemple d'une image et d'un spectre (implot) montrant ce gradient :





Lorsque vous aurez déterminé un temps de pose adéquat :

Sélectionnez le bouton/menu **SÉQUENCES** et choisissez **Flat**

Paramétrez le nombre de poses = 11

Et le temps d'exposition, et peser sur **GO**

Commandes unix de base

Voir l'annexe à la fin du manuel.

Documentation sur IRAF

<http://iraf.noao.edu/docs/docmain.html>

Sauvegarde des données en fin de nuit

À la fin de la nuit, c'est la tâche de l'astronome de soutien de faire la gestion des données du spectrographe pour en archiver une copie dans les archives à Montréal. Mais il est fortement conseillé que l'astronome (PI) se garde une copie des données.

L'astronome (PI) est, par la suite, responsable de la réduction des données.

VisiOMM et le contrôle des détecteurs CCDs

Toutes les caméras CCD de l'OMM sont contrôlées par une seule unité électronique SDSU GenIII conçue par « Astronomical Research Camera" » (Leach et al.). **VisiOMM** est l'interface graphique qui permet à l'utilisateur d'interagir avec une caméra CCD ainsi que certains périphériques (roue à filtres, spectrographe, etc.) dans l'environnement **LabView** (un logiciel de contrôle d'instrument très versatile de la compagnie National Instruments.).

Comment obtenir des images

En général, le bouton **GO** est le seul qui soit utilisé pour obtenir des images CCD. Lorsqu'une pose est terminée, les données sont automatiquement écrites sur disque dans le format FITS (Flexible Image Transport System).

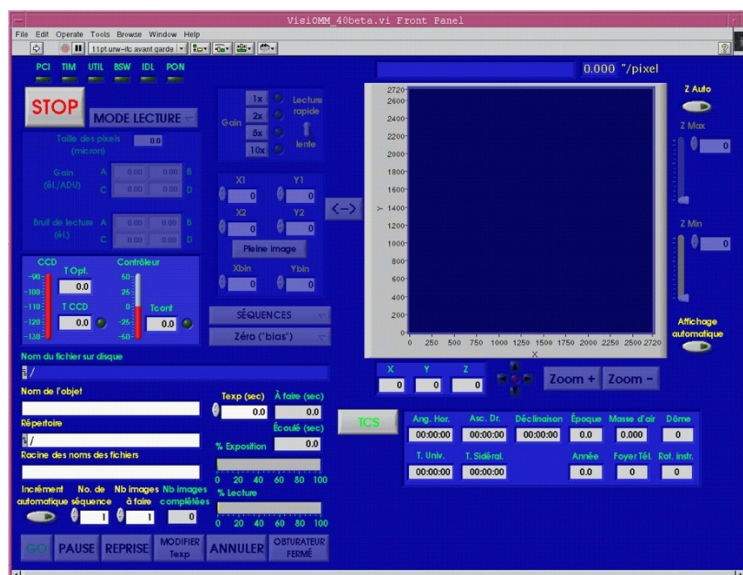
Démarrer VisiOMM

L'utilisateur a accès à deux stations de travail SUN dans la salle de contrôle (manwe et io). La station de travail SUNBlade 100 « manwe » est exclusivement dédiée à l'acquisition des images CCD du spectrographe, et la station « io » est dédiée à la caméra Infrarouge CPAPIR. Afin d'assurer une performance optimale du système d'acquisition, **VisiOMM** est le seul logiciel qui puisse être chargé sur le processeur de la station.

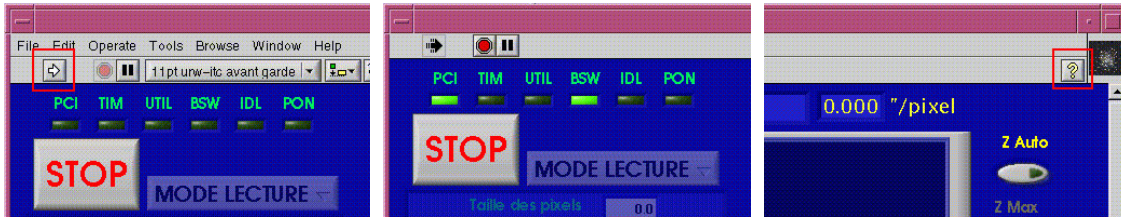
Si la fenêtre du logiciel **VisiOMM** n'est pas chargée en mémoire, l'utilisateur peut le faire en tapant la commande suivante dans la fenêtre "Console" du poste **manwe**:

```
manwe% visiommm
```

La fenêtre suivante devrait apparaître à l'écran :



Pour démarrer le programme, cliquez sur l'icône de la flèche blanche dans la partie supérieure gauche de la fenêtre de **VisiOMM**. Pour obtenir une aide en ligne, cliquez sur l'icône du point d'interrogation jaune dans le coin supérieur droit de la fenêtre.



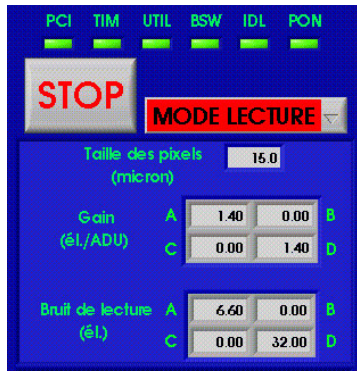
La fenêtre suivante apparaît peu après le démarrage. Vous devez sélectionner la combinaison « instrument + CCD » installée au télescope et cliquer sur le bouton **OK**. Cette étape télécharge le code approprié au CCD et complète l'initialisation du contrôleur SDSU.



ATTENTION - Il est très important de s'assurer que la combinaison choisie correspond à celle qui est installée au télescope. Sinon, le code téléchargé ne sera pas adéquat et risque d'endommager le CCD.

NOTE - La boucle d'asservissement de la température du CCD démarre automatiquement avec l'initialisation du contrôleur SDSU. En général, la température optimale d'un CCD est atteinte après quelques dizaines de minutes. Toutefois, il faut compter environ deux heures avant qu'elle ne soit stable. Il faut donc démarrer le système quelques heures avant le début des observations lors du refroidissement initial au début de la mission. De plus, il est fortement conseillé de ne pas stopper **VisiOMM** et de ne pas éteindre le contrôleur SDSU pendant la mission.

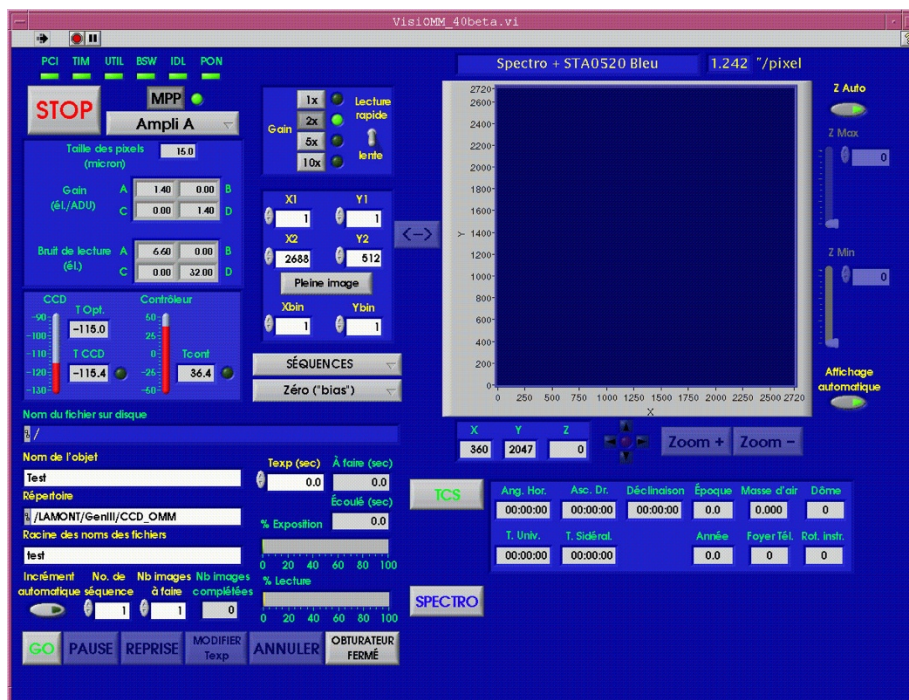
Finalement, vous devez choisir le mode de lecture du CCD. L'architecture des amplificateurs de sortie de tous les CCDs de l'OMM est uniforme. Selon le modèle de CCD (EEV, STA, etc.), la lecture peut se faire par 1, 2 ou 4 amplificateurs identifiés par les lettres **A**, **B**, **C**, et **D**. Les sorties **A** et **B** sont dans les coins supérieurs gauche et droit du CCD, tandis que les sorties **C** et **D** sont dans les coins inférieurs gauche et droit. Le bouton « MODE LECTURE » dans la partie supérieure gauche de la fenêtre de **VisiOMM** clignote au rouge tant que vous n'avez pas confirmé votre choix. Le temps de lecture du CCD est évidemment inversement proportionnel au nombre d'amplificateurs utilisés pour la lecture.



Le choix du mode de lecture dépend souvent des caractéristiques du CCD. Dans le cas illustré à la figure précédente, le bruit de lecture de l'amplificateur **A** est d'environ 6 électrons, tandis que celui de du côté **D** est de 32 électrons. Il est donc préférable de lire ce CCD par la sortie **A** plutôt que **D** ou **A+D**.

Description et initialisation des paramètres de VisiOMM

La figure suivante illustre la fenêtre de travail de **VisiOMM** après le démarrage. Les valeurs des paramètres du CCD (MPP, gain, vitesse de lecture, etc.) sont alors optimales pour la plupart des programmes d'observations et ne devraient pas être modifiées. Toutefois, pour certains types d'observations, vous pouvez opter pour des ajustements différents. Les prochaines lignes décrivent plus en détail les différentes options de l'interface. Les paramètres identifiés en jaune peuvent être modifiés par l'utilisateur tandis que les paramètres en vert affichent l'état du système.



1. Le bouton STOP

Le bouton **STOP**, placé dans la partie supérieure gauche de la fenêtre, termine le logiciel **VisiOMM** et coupe la tension aux bornes du CCD. La boucle d'asservissement de la température est arrêtée. Lorsque les voyants PCI, TIM, UTIL, BSW, IDL, et PON s'éteignent, vous pouvez éteindre sans danger le bloc d'alimentation du contrôleur SDSU situé dans la salle du télescope. Afin d'assurer une plus grande stabilité de l'électronique du système et du contrôle thermique du CCD pendant une mission d'observation, il est préférable de ne **jamais** arrêter **VisiOMM** ni d'éteindre le contrôleur SDSU à la fin de la nuit.

2. Les boutons MODE LECTURE et MPP

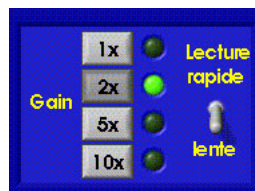
Tel que décrit précédemment, le bouton **MODE LECTURE** (**Ampli A** sur la figure) permet de choisir le ou les amplificateurs de lecture du CCD. Ce choix est dicté par des considérations de temps de lecture des images et de bruit de lecture des amplificateurs.

Le bouton **MPP** permet d'opter ou non pour le mode de lecture « Multi-Pinned Phase ». Dans le mode **MPP**, le courant sombre du CCD (« dark current ») est environ un ordre de grandeur plus faible; cependant, la capacité d'accumulation des pixels (la profondeur des puits) est réduite de moitié. Le bouton MPP apparaît uniquement si ce mode de lecture est disponible pour le CCD en fonction. En général, le mode **MPP** est toujours activé.

ATTENTION - Le niveau du piédestal (« bias »), le bruit de lecture, ainsi que le gain du CCD changent en fonction de l'amplificateur de lecture et du mode **MPP** ou **non-MPP**. Si vous changez l'une ou l'autre de ces options, vous devez absolument refaire des images ZERO (« BIAS ») et des PLAGES UNIFORMES (« FLATS ») avant de traiter vos observations avec IRAF.

3. Les boutons Gain et Lecture

Le signal analogique à la sortie du CCD est amplifié et numérisé par le contrôleur SDSU dans la plage 0-65535 ADUs (numérisation à 16 bits). La version III du contrôleur permet de choisir parmi quatre **gains** et deux **vitesse**s de numérisation possibles. La figure suivante illustre la fenêtre de sélection du gain et de la vitesse.



Si vous choisissez une valeur de **gain** plus élevée, vous augmentez la résolution de la numérisation. En d'autres termes, il faut moins d'électrons pour augmenter la valeur numérique du signal d'une unité « ADU » et les signaux très faibles sont amplifiés. Cependant,

le bruit de lecture devient plus grand et les signaux très forts (les étoiles brillantes) saturent le convertisseur « analogue-digital » (> 65535 ADUs). À l'opposé, une valeur de **gain** plus faible abaisse le bruit de lecture, mais diminue la résolution de la numérisation. Dans ce cas, vous ne profitez pas de toute la plage dynamique possible (0-65535 ADUs).

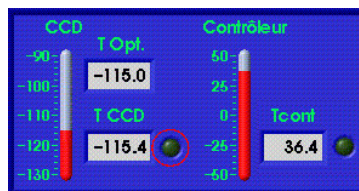
La vitesse de numérisation détermine le temps de lecture du CCD. La « **vitesse lente** » correspond à un temps de lecture de 7ms/pixel (environ 10 secondes pour la lecture du STA0520A avec un seul amplificateur). La « **vitesse rapide** » est de 2ms/pixel (environ 3 secondes pour le STA0520A), mais le bruit de lecture est environ **2 fois** plus important.

ATTENTION - Le niveau du piédestal (« bias ») et le bruit de lecture changent en fonction du gain et de la vitesse de lecture. Si vous changez l'une ou l'autre de ces options, vous devez absolument refaire des images ZERO (« BIAS ») et des PLAGES UNIFORMES (« FLATS ») avant de traiter vos observations avec IRAF.

4. La température du CCD et du contrôleur

Le CCD est refroidi avec de l'azote liquide. La température optimale à laquelle le CCD opère est affichée dans la fenêtre « **T Opt.** ». La boucle d'asservissement de la température démarre avec l'initialisation du contrôleur SDSU et maintient la température du CCD près de sa valeur optimale. La température (réelle) du CCD est mesurée une fois par seconde et est affichée dans la fenêtre « **T CCD** ». Une alarme se fait entendre si la température du CCD est 5°C au-dessus ou en dessous de la valeur optimale. De même, un voyant lumineux clignote au jaune.

NOTE - Si vous cliquez sur le voyant lumineux jaune (dans le cercle rouge sur la figure), l'alarme du CCD devient muette.



La température à l'intérieur de l'enceinte du contrôleur SDSU est affichée dans la fenêtre « **Tcont** ». Les alarmes sonore et lumineuse sont déclenchées si la température est inférieure à -10°C et supérieure à +45°C.

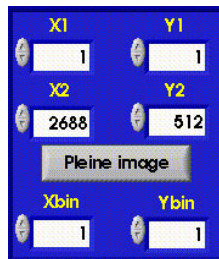
ATTENTION - Si cette condition survient, il est préférable d'éteindre le contrôleur et de chercher la source du problème.

5. Les paramètres de lecture du CCD

L'utilisateur peut choisir de lire tout le CCD ou seulement une section. La figure suivante illustre la fenêtre de sélection des paramètres de lecture. **X1**, **X2**, **Y1** et **Y2** représentent, dans l'ordre,

les premières et dernières colonnes et lignes lues sur le CCD. Notez que chaque lecture d'une ligne est suivie d'une « surlecture » de 32 colonnes (« overscan ») qui servent à mesurer la stabilité électronique du contrôleur; le nombre total de colonnes est donc toujours donné par $[(X2 - X1) + 1] + 32$.

Le bouton « Pleine image » permet de réinitialiser les paramètres de lecture aux valeurs correspondant à la taille maximale du CCD.



Les paramètres **Xbin** et **Ybin** permettent de coconditionner les colonnes et/ou les lignes sur le CCD au moment de la lecture. La numérisation du signal est alors plus rapide (c.-à-d. le temps de lecture du CCD est plus court) et le rapport (S/B) est plus élevé. Cependant, la résolution spatiale (ou spectrale) devient moins bonne. Le nombre maximum de coconditions des colonnes ou des lignes est limité à 4.

6. La gestion des fichiers

Les données des images sont écrites automatiquement sur disque dans le format FITS à la fin d'une lecture du CCD. Vous pouvez choisir le répertoire de destination ainsi que le nom du fichier sur disque (l'extension ".fits" est ajoutée automatiquement à la fin du nom du fichier) dans les fenêtres « **Répertoire** » et « **Racine des noms des fichiers** ». **VisiOMM** vérifie si le fichier existe déjà et offre à l'utilisateur la possibilité de changer le nom ou de le réécrire. Il n'y a qu'une seule exception: si la racine du nom est « **test** » et que le bouton « **Incrément automatique** » est éteint, alors le fichier « **test.fits** » sera toujours réécrit sans vérification. L'utilisateur peut aussi assigner le « **Nom de l'objet** » qui apparaîtra dans l'entête du fichier FITS. La fenêtre « **Nom du fichier sur disque** » (située au-dessus) indique le répertoire et le nom complet de l'image qui sera créée sur le disque.

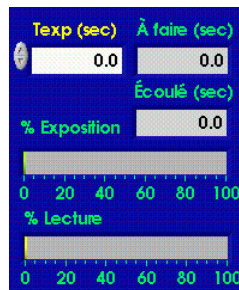


Si le bouton « **incrément automatique** » est allumé, la racine du nom du fichier sera suivie d'un numéro de séquence correspondant à la valeur indiquée dans la boîte « **No. de séquence** ». Ce numéro sera incrémenté de 1 à chaque nouvelle pose. Les noms des fichiers créés seront alors séquencés automatiquement (p. ex. **toto0001.fits, toto0002.fits, toto0003.fits, ...**).

La boîte « **Nb images à faire** » vous permet de choisir le nombre d'images qui seront obtenues avec les mêmes paramètres (temps d'exposition, paramètres de lecture, etc.). La boîte « **Nb images complétées** » indique combien de poses de cette séquence sont terminées.

7. La gestion du temps

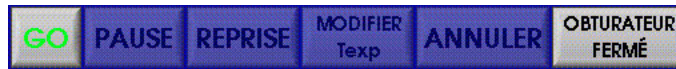
Le temps d'exposition est ajusté dans la boîte « **Temp (sec)** ». Si la valeur est 0.0 seconde, alors le bouton de sélection du type d'image (**Zéro (bias)**) doit absolument prendre la valeur « **Zéro ("bias")** ». Si le temps d'exposition est différent de zéro, la valeur de ce bouton peut être l'un des choix suivants: « **Plage sombre ("dark")** » « **Plage uniforme ("flat")** », « **Ciel ("sky flat")** », « **Comparaison** », ou « **Objet** ». Ce paramètre ne sert qu'à ajouter un mot clé dans l'entête (metadata du fichier FITS) pour faciliter la réduction des images dans IRAF.



Lorsque vous cliquez sur le bouton **GO**, l'horloge du contrôleur SDSU démarre le décompte du temps. La fenêtre « **À faire (sec)** » indique le nombre de secondes qui reste avant de terminer la pose. La fenêtre « **Écoulé (sec)** » donne le nombre total de secondes écoulé (« **darktime** ») depuis le début de la pose, incluant le temps écoulé pendant une **PAUSE** de l'exposition (voir « **Le bouton GO** »). La fenêtre « **% Exposition** » montre la fraction du temps d'exposition écoulé depuis le début de la pose. Lorsqu'il reste moins de 5 secondes à faire, un « **beep** » se fait entendre à chaque seconde. Finalement, la fenêtre « **% Lecture** » indique la fraction de l'image lue et une séquence de 3 « **beeps** » indique que la lecture est complétée.

8. Le bouton OBTURATEUR FERMÉ/OUVERT

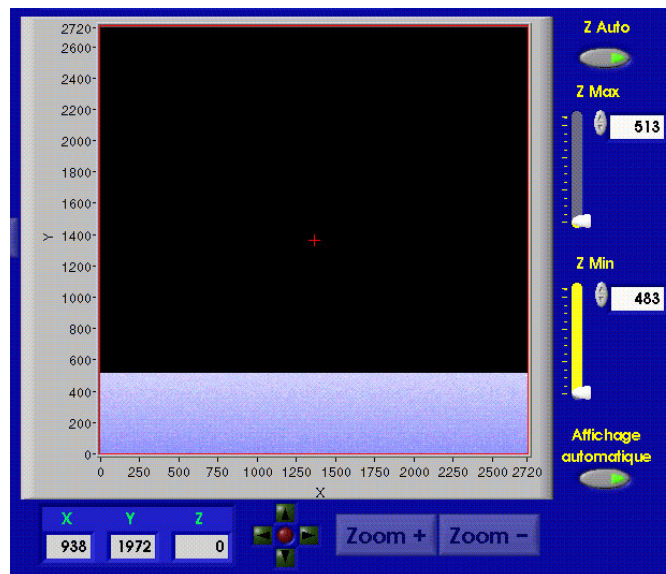
Ce bouton sert uniquement à vérifier le bon fonctionnement de l'obturateur devant la fenêtre du CCD. Si vous cliquez sur le bouton, l'obturateur ouvre et le bouton clignote au jaune. Si vous cliquez à nouveau, l'obturateur se referme.



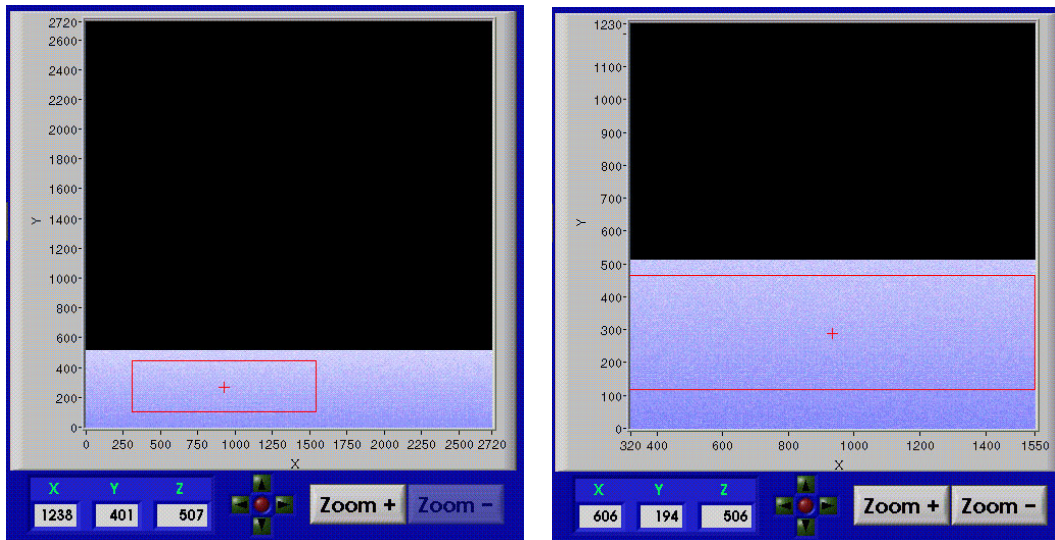
9. La fenêtre graphique

La fenêtre graphique permet de visualiser l'image reçue du CCD. Cette fenêtre sert **uniquement** à donner un aperçu de la **dernière** image. Il ne s'agit pas d'un outil d'analyse.

Après la lecture d'une image, les données sont affichées automatiquement dans la fenêtre graphique à condition que le bouton « **Affichage automatique** » soit allumé **avant** le début de la pose. Tous les pixels lus sont affichés (dans l'exemple ci-dessous, l'image du CCD STA0520 est formée de 2720 (2688 + 32) colonnes et de 512 lignes). De plus, si le bouton « **Z Auto** » est allumé **avant** le début de la pose, la plage d'intensité **Z** (en ADUs) est déterminée à partir des valeurs minimum et maximum des pixels de l'image. Vous pouvez aussi ajuster ces valeurs minimum et maximum avec les boutons ou les réglettes « **Z Min** » et « **Z Max** ». La fenêtre « **X Y Z** » affiche les positions **X** et **Y** (colonne et ligne) du curseur de la souris ainsi que la valeur **Z** de l'intensité.



Le déplacement du curseur de la souris dans la fenêtre graphique tout en maintenant le bouton gauche enfoncé permet de tracer une boîte rectangulaire (rouge). Dès qu'une boîte est tracée, le bouton « **Zoom +** » devient actif. Si vous cliquez sur « **Zoom +** », la fenêtre graphique affiche une image agrandie du contenu de la boîte.



Le bouton « **Zoom -** » permet de revenir à l'affichage de toute l'image. Les boutons verts fléchés servent à déplacer la boîte de 1 pixel vers la gauche, la droite, le haut, et le bas; si le bouton rouge central est allumé, la boîte se déplace de 10 pixels à la fois. Après quelques déplacements, il est possible de recentrer la boîte en appuyant à nouveau sur « **Zoom +** ».

Finalement, les coordonnées de la boîte (**X1**, **X2**, **Y1**, et **Y2**) peuvent être copiées automatiquement à la boîte des **paramètres de lecture** du CCD en cliquant sur le bouton :



Le bouton GO

Le bouton GO démarre une pose ou une séquence de poses (si la valeur de « **Nb images à faire** » est plus grande que 1) en fonction de la sélection de l'utilisateur (**X1**, **X2**, **Y1**, **Y2**, **Xbin**, **Ybin**, et **Texp**). Dès que la pose ou la séquence de poses démarre, la fenêtre « **Nom du fichier sur disque** » affiche le répertoire et le nom complet de l'image qui sera créée à la fin de la pose. Si le temps d'intégration est supérieur à 10 secondes, le bouton « **PAUSE** » devient actif. Si le temps d'intégration est inférieur à 10 secondes, ou qu'il reste moins de 10 secondes à faire, le bouton « **PAUSE** » n'est pas activé et il est impossible d'arrêter la pose et la lecture de l'image.



Comment apporter des changements durant une pose

La version actuelle de **VisiOMM** permet de suspendre une exposition à condition que le temps d'intégration soit plus grand que 10 secondes, ou s'il reste plus de 10 secondes avant la fin de la

pose. Lorsque vous cliquez sur « **PAUSE** », l'obturateur se referme si nécessaire (dans le cas des images de type « **Plage uniforme** », « **Ciel** », « **Comparaison** », ou « **Objet** ») et les boutons « **REPRISE** », « **MODIFIER Texp** », et « **ANNULER** » deviennent actifs. Le décompte du temps à faire est suspendu, mais celui du temps écoulé se poursuit.



Le bouton « **REPRISE** » permet de reprendre la pose, c'est-à-dire ouvrir l'obturateur si nécessaire et reprendre le décompte du temps à faire. Le bouton « **MODIFIER Texp** » sert à changer la valeur du temps d'exposition. Il est évidemment possible d'augmenter la valeur du temps d'exposition, mais pas de la diminuer en deçà du temps d'exposition écoulé depuis le début de la pose. Le bouton « **ANNULER** » sert à avorter une exposition en cours; l'obturateur se referme si nécessaire et le détecteur n'est pas lu.

La fenêtre TCS et le contrôle du télescope

L'interface **VisiOMM** peut communiquer avec **BonOMM**, l'interface de contrôle de la bonnette, à condition que celui-ci soit activé. Il peut recevoir des informations relatives au télescope et envoyer quelques commandes afin de modifier l'état de ce dernier. La communication est établie en cliquant sur le bouton **TCS**. Dès que la liaison est établie, la fenêtre **TCS** affiche l'heure (Temps Universel et Temps Sidéral), les paramètres du télescope (coordonnées A.D. et Déc., Angle Horaire, position du foyer), l'angle du rotateur d'instrument, et l'azimuth du dôme. Ces informations sont écrites dans l'entête du fichier FITS d'une image CCD. Les paramètres sont rafraîchis chaque seconde.

TCS	Ang. Hor.	Asc. Dr.	Déclinaison	Époque	Masse d'air	Dôme
FOYER TÉLESCOPE	-00:10:00	00:38:30	42:30:53	2000.0	1.005	120
OFFSET TÉLESCOPE	T. Univ.	T. Sidéral.		Année	Foyer Tél.	Rot. instr.
	04:20:05	00:28:30		2006.5	3476	90

1. Le bouton FOYER TÉLESCOPE

Le bouton « **FOYER TÉLESCOPE** » permet à l'utilisateur de modifier la position du foyer du télescope. Si vous cliquez sur ce bouton, la fenêtre suivante apparaît :



La position courante du foyer du télescope est affichée dans la boîte « **FOYER** ». Vous devez taper la nouvelle valeur de la position et cliquer sur le bouton **GO**. Après quelques secondes (ou quelques dizaines de secondes), la nouvelle valeur du foyer devrait être affichée dans la fenêtre **TCS**. Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », la position du foyer ne changera pas.

2. Le bouton **OFFSET TÉLESCOPE**

Le bouton « **OFFSET TÉLESCOPE** » permet à l'utilisateur de déplacer le télescope en ascension droite et/ou en déclinaison jusqu'à un maximum de 30 minutes d'arc par rapport à sa position courante. Si vous cliquez sur ce bouton, la fenêtre suivante apparaît :



Vous devez taper la valeur du déplacement en secondes d'arc (maximum 1800") et choisir la direction du déplacement en ascension droite (Est-Ouest) et en déclinaison (Nord-Sud) avant de cliquer sur le bouton **GO**. Dans l'exemple ci-dessus, le télescope se déplacera de 10.5" vers l'est et de 4.2" vers le sud. Après quelques secondes (ou quelques dizaines de secondes), les nouvelles coordonnées du télescope devraient être affichées dans la fenêtre **TCS**. Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », la position du télescope ne changera pas.

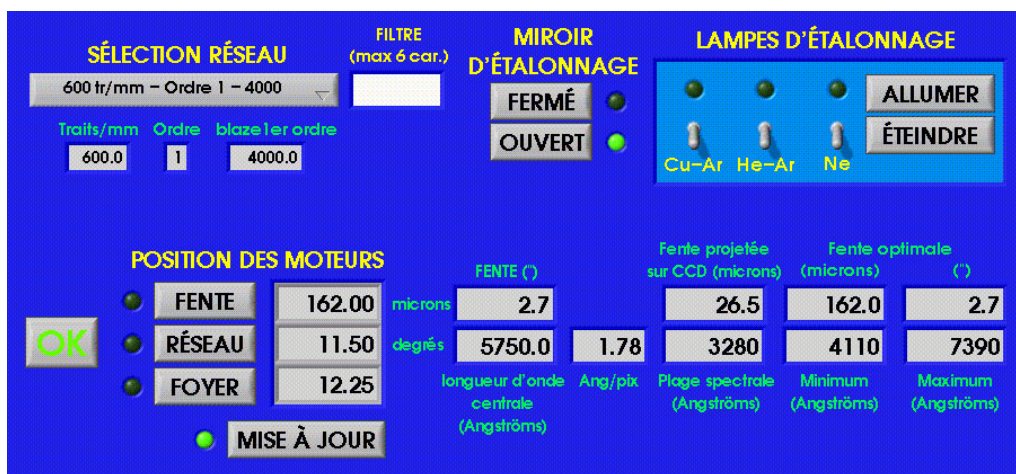
NOTE - VisiOMM garde en mémoire la valeur du dernier déplacement (dans les deux directions). Si vous cliquez à nouveau sur le bouton « **OFFSET TÉLESCOPE** », les dernières valeurs sont affichées dans les boîtes « **Offset(")** » et vous pouvez simplement inverser les directions des déplacements pour revenir à la position initiale du télescope.

Le mode spectroscopique

L'interface **VisiOMM** offre à l'utilisateur des fonctions de contrôle de certains instruments et périphériques. Lors du démarrage (voir la section **Démarrer VisiOMM**), si vous avez sélectionné une combinaison « **instrument + CCD** » qui indique que le spectrographe est installé au télescope, le bouton **SPECTRO** apparaîtra dans la partie inférieure droite de la fenêtre de contrôle. Ce bouton établit la communication avec le contrôleur du spectrographe et vous permet de connaître et de modifier les paramètres du spectrographe.

1. Le bouton **SPECTRO**

La première fois que vous cliquez sur le bouton **SPECTRO**, la fenêtre suivante apparaît à l'écran :



ATTENTION - Assurez-vous que le contrôleur du spectrographe soit allumé avant de cliquer sur le bouton **SPECTRO**.

NOTE - La fenêtre de contrôle des paramètres et des ajustements du spectrographe est décrite en détail à la section du manuel sur le [spectrographe](#). Il est fortement suggéré de lire cette section avant de lancer la moindre commande au spectrographe.

Les paramètres du spectrographe seront initialisés la première fois que vous cliquez sur le bouton **SPECTRO**. Le bouton **OK** referme la fenêtre de contrôle du spectrographe sans arrêter le contrôleur de ce dernier. Après que vous ayez ajusté les paramètres du spectrographe aux valeurs appropriées à votre programme d'observation, et que vous ayez refermé la fenêtre de contrôle, l'interface **VisiOMM** affiche les fenêtres et les boutons suivants :



NOTE - Chaque nouveau clic sur le bouton **SPECTRO** ouvrira sa fenêtre de contrôle à nouveau et affichera l'état courant des paramètres du spectrographe. Vous pourrez alors modifier au besoin les paramètres du spectrographe.

2. Le bouton STOP SPECTRO

Le bouton **STOP SPECTRO** termine la communication avec le contrôleur du spectrographe. Si vous cliquez sur ce bouton, la fenêtre des **lampes d'étalonnage** et le bouton **GO rotateur** disparaissent. Pour rétablir la communication, vous devrez cliquer sur le bouton **SPECTRO** et réinitialiser les paramètres du spectrographe.

3. Les lampes d'étalonnage

En général, les ajustements du spectrographe ne sont pas modifiés au cours d'une mission d'observation. C'est la raison pour laquelle la fenêtre de contrôle du spectrographe doit être refermée avant de prendre des images avec le CCD. Seul l'état des lampes d'étalonnage (Cu-Ar, He-Ar, et/ou Ne) doit être changé fréquemment pendant une nuit de travail.

Vous pouvez choisir d'allumer une seule source ou bien une combinaison des trois. Pour sélectionner une source, il suffit de cliquer sur l'un ou l'autre des interrupteurs du panneau des lampes d'étalonnage (**Note** – il se pourrait que la sélection soit faite manuellement sur le spectrographe dû à l'âge avancé de celui-ci). Il est possible d'allumer une, deux, ou les trois lampes en cliquant sur l'interrupteur approprié, ou en cliquant sur le bouton **ALLUMER**. Vous pouvez éteindre l'une ou l'autre des lampes en cliquant à nouveau sur l'un des interrupteurs. Si vous cliquez sur **ÉTEINDRE**, toutes les lampes se ferment.

Dès qu'une source est allumée, le miroir d'étalonnage bascule automatiquement en place devant la fente, en position **FERMER**. Dès que la dernière lampe s'éteint, le miroir d'étalonnage retourne en position **OUVERT** - c.-à-d. permettant d'observer le ciel (voir la section « [Les lampes d'étalonnage](#) »).

La section « [Catalogue des lampes d'étalonnage](#) » présente une série de figures permettant d'identifier les principales raies dans la région 3500 - 9000 Å pour chacune des 3 sources d'étalonnage, et chacun des réseaux.

4. Le bouton GO rotateur

Le bouton **Go rotateur** permet de tourner le rotateur d'instrument et ainsi d'orienter la fente du spectrographe selon les besoins de votre programme d'observation. Si vous faites de la [spectroscopie stellaire](#), la boîte « **Angle parallactique** » indique l'angle auquel devrait être orienté le rotateur d'instrument afin que la fente du spectrographe soit alignée avec la réfraction atmosphérique.

ATTENTION - Le déplacement du rotateur d'instrument est une manœuvre délicate qui doit être autorisée et supervisée par le technicien d'observation.

Si vous cliquez sur le bouton **Go rotateur**, la fenêtre suivante apparaît à l'écran :



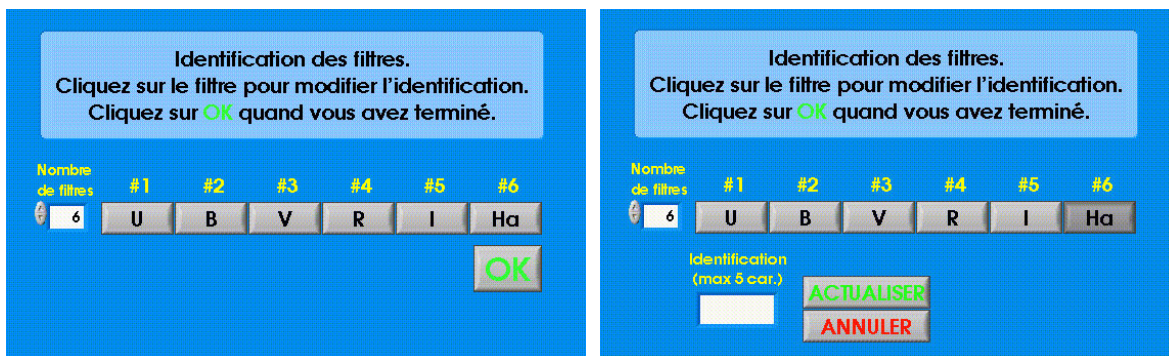
La valeur par défaut est celle de l'angle parallactique optimal. Vous pouvez cliquer sur le bouton **GO** et aller directement à cet angle, ou taper une nouvelle valeur dans la fourchette des angles permis par le rotateur d'instrument (-60° - 120°) et cliquer sur le bouton **GO**. La valeur est transmise à l'interface **BonOMM** et le technicien autorisera la manœuvre. Après quelques secondes (ou quelques dizaines de secondes), la nouvelle valeur de l'angle du rotateur devrait être affichée dans la fenêtre **TCS**. Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », l'angle du rotateur ne changera pas.

Le mode imagerie

L'interface **VisiOMM** offre à l'utilisateur des fonctions de contrôle de certains instruments et périphériques. L'un de ces périphériques est la roue à filtres.

1. Initialisation

Au démarrage (voir [Démarrer VisiOMM](#)), si vous sélectionnez une combinaison « **instrument + CCD** » qui indique un mode d'imagerie (ex. « **Caméra F/8 + EEV** »), la fenêtre suivante apparaît à l'écran :



Cette fenêtre sert à identifier le nombre, la position, et le nom de chacun des filtres dans la roue à filtres (maximum 6 en mode f/8 ou f/15, maximum 5 avec Panoramix II). Il est important que vous indiquiez le nombre **exact** de filtres que vous prévoyez utiliser pendant votre mission d'observation. Par exemple, 3 filtres (**#1 - B, #2 - V, #3 - I**), ou 4 filtres (**#1 - U, #2 - B, #3 - V, #4 - vide**). Le nombre de filtres est un paramètre important pour les séquences automatisées décrites à la section suivante « **Les séquences automatisées** ». Au démarrage, le nom de chacun des filtres est celui assigné par le technicien dans l'interface **BonOMM**. Si vous êtes satisfait, vous pouvez cliquer sur **OK** pour compléter l'initialisation. Sinon, vous pouvez cliquer sur le filtre afin de modifier son nom. La boîte « **Identification (max 4 car.)** » et les boutons **ACTUALISER** et **ANNULER** apparaissent; vous pouvez alors assigner un nouveau nom au filtre, cliquer sur **ACTUALISER** ou **ANNULER** et ensuite sur **OK** pour compléter l'initialisation.

VisiOMM vérifie l'état de la roue à filtres et retourne le numéro du filtre sur l'axe optique. La fenêtre de contrôle de **VisiOMM** affiche alors les boutons suivants :



Dans cet exemple, les six positions de la roue à filtres sont utilisées, et la roue est en position **#2**. Le filtre **B** est donc sur l'axe optique du télescope.

NOTE - Selon le filtre sélectionné, le nom de ce filtre sera ajouté automatiquement à l'entête du fichier FITS d'une (ou des) image(s).

2. Le bouton Rafraîchir

À l'occasion, il arrive que la roue à filtres soit positionnée « entre deux filtres », ou que vous vouliez vérifier quel filtre se trouve sur l'axe optique du télescope. Le bouton **Rafraîchir** vérifie l'état de la roue, tourne la roue jusqu'à la position du filtre le plus près, et retourne le numéro du filtre sur l'axe optique.

3. Les boutons des filtres

Vous pouvez changer le filtre sur l'axe optique en cliquant sur le bouton du nouveau filtre. Le bouton clignote au **jaune** jusqu'à ce que la roue à filtres ait fini de tourner vers sa nouvelle position.

Les séquences automatisées

L'interface **VisiOMM** est simple et facile à utiliser. En général, les options de base décrites dans les sections précédentes permettent d'accomplir toutes les étapes d'un programme d'observations. Cependant, afin d'alléger le travail de l'astronome (et celui du technicien), un certain nombre de séquences répétitives ont été automatisées et sont disponibles en cliquant sur le bouton **SÉQUENCES**. Le choix des séquences automatisées disponibles dépend de la configuration instrumentale.

1. Spectroscopie – foyer du spectrographe

La valeur du meilleur foyer du spectrographe est déterminée à l'aide d'une série d'images d'une lampe d'étalonnage pour lesquelles la position du miroir de collimation varie d'une image à l'autre (voir la section « [Ajustement du foyer du spectrographe](#) »). Vous pouvez obtenir cette série d'images en utilisant la séquence automatisée « **Foyer - Spectro/Coll** ». Si vous cliquez sur cette option, la fenêtre suivante apparaît à l'écran :



SÉQUENCE AUTOMATIQUE D'AJUSTEMENT DU FOYER DU SPECTROGRAPHE
Une fois lancée, la séquence s'exécute automatiquement. Il est impossible de l'arrêter.
Entrez les valeurs et cliquez sur **GO**, sinon cliquez sur **Annuler**

Nom de l'objet	No. de séquence	Nombre d'images	Texp
8.00	1	9	5.0
Racine des noms des fichiers	Incrément collimatrice	Collimatrice Min	Collimatrice Max
foyer_spec	0.50	8.00	12.00
Répertoire			
/LAMONT/GenIII/CCD_OMM			

GO **Annuler**

Vous devez assigner des valeurs (raisonnables) pour chacun des paramètres. Avant de démarrer la séquence, il est souhaitable de faire quelques images en mode manuel pour choisir le meilleur temps d'exposition (« **Texp** »). Le **nom de l'objet** est assigné automatiquement et correspond à la valeur courante du foyer de la collimatrice au début de la pose. Le **nombre**

d'images dans la séquence dépend des valeurs minimum et maximum de la collimatrice (« **Collimatrice Min** » et « **Collimatrice Max** »), ainsi que de l'incrément entre chacune des images (« **Incrément collimatrice** »). Lorsque vous cliquez sur le bouton **GO**, la séquence démarre et ne peut plus être arrêtée avant la fin. Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », la séquence ne démarre pas, la fenêtre se ferme, et **VisiOMM** revient en mode manuel.

NOTE - N'oubliez pas d'allumer une des lampes d'étalonnage avant de cliquer sur le bouton **SÉQUENCES**.

Dans l'exemple ci-dessus, la position initiale du miroir de collimation sera ajustée à 8.00. Le temps d'intégration de chacune des images sera de 5 secondes. Après la lecture d'une image, la position du miroir de collimation augmentera de 0.50. La séquence se terminera lorsque la position atteindra une valeur de 12.00. Les noms des images seront « **foyer_spec0001, foyer_spec0002, ..., foyer_spec0009** ». Le nombre d'images dans la séquence dépend des valeurs minimum et maximum de la collimatrice, ainsi que de l'incrément entre chacune des images.

2. Spectroscopie – foyer du télescope « offset-CCD »

En mode spectroscopique, la position du meilleur foyer du télescope peut être déterminée en mesurant la largeur du spectre d'une étoile dans la direction spatiale (c.-à-d. la direction perpendiculaire à l'étalement spectral). La largeur la plus étroite correspond au meilleur foyer du télescope.

Une première façon consiste à obtenir une série de spectres d'une même étoile sur une seule image au cours de laquelle l'obturateur sera ouvert et fermé à plusieurs reprises. Entre chacune des expositions, la position du foyer du télescope augmente d'une image à l'autre, et l'image est déplacée de 20 pixels dans la direction spatiale directement sur le CCD. Vous pouvez obtenir cette série d'expositions en utilisant la séquence automatisée « **Foyer - Spectro/CCD** ». Si vous cliquez sur cette option, la fenêtre suivante apparaît à l'écran :

SÉQUENCE AUTOMATIQUE D'AJUSTEMENT DU FOYER DU TÉLESCOPE
 Assurez-vous d'avoir placé une étoile modérément brillante (m^m) du **centre-gauche** sur le bord du spectrographe. L'écart entre chacun des spectres sera de **40 pixels** pour les deux premiers et de **20 pixels** pour les suivants.
 Une fois lancée, la séquence s'exécute automatiquement. Il est impossible de l'arrêter.
 Entrez les valeurs et cliquez sur **GO** sinon, cliquez sur **Annuler**

Nom de l'objet	No. de séquence	Nombre de spectres	Temp		
<input type="text" value="3400x20"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="10.0"/>		
Racine des noms des fichiers	Incrément foyer	Foyer Min	Foyer Max	<input type="button" value="GO"/> <input type="button" value="Annuler"/>	
<input type="text" value="foyer_spccd"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="3400"/>	<input type="text" value="3520"/>		
Répertoire	<input type="text" value="/LAMONT/GenIII/CCD_OMM"/>				

Vous devez assigner des valeurs (raisonnables) pour chacun des paramètres. La valeur des paramètres « **Foyer Min** » et « **Foyer Max** » dépend de celles de l'**incrément du foyer**, du **nombre d'images**, et de la position courante du foyer au démarrage de la séquence. La valeur du paramètre « **Nom de l'objet** » est assignée automatiquement et est donnée par la valeur

initiale du foyer du télescope et par l'incrément de celui-ci. Lorsque vous cliquez sur le bouton **GO**, la séquence démarre et ne peut plus être arrêtée avant la fin. Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », la séquence ne démarre pas, la fenêtre se referme, et **VisiOMM** revient en mode manuel.

NOTE - Afin que les spectres soient approximativement centrés sur le CCD, l'étoile doit être placée au centre-gauche sur la fente du spectrographe.

Dans l'exemple ci-dessus, la valeur initiale du foyer sera ajustée à 3400. Le nom de l'objet sera 3400 x 20. Le temps d'intégration de chacune des images sera de 10 secondes. Après une intégration, la position du foyer augmentera de 20 unités et le spectre sera déplacé de 20 pixels sur le CCD (40 pixels après la première intégration). La séquence se terminera lorsque la position atteindra une valeur de 3520. Le nom de l'image sera « **foyer_spccd0001** ».

3. Spectroscopie – foyer du télescope « offset-Tél »

Une deuxième manière, semblable à la précédente, consiste aussi à obtenir plusieurs spectres sur une seule image au cours de laquelle l'obturateur sera ouvert et fermé à plusieurs reprises. Entre chacune des expositions, la position du foyer du télescope augmente d'une image à l'autre. Cependant, la position de l'étoile est déplacée sur la fente du spectrographe, par un « offset » du télescope en ascension droite, de telle sorte que le spectre soit décalé de 20 pixels sur le CCD. Vous pouvez obtenir cette série d'expositions en utilisant la séquence automatisée « **Foyer - Spectro/Tél** ». Si vous cliquez sur cette option, la fenêtre suivante apparaît à l'écran :

SÉQUENCE AUTOMATIQUE D'AJUSTEMENT DU FOYER DU TÉLESCOPE
Assurez-vous d'avoir placé une étoile modérément brillante (sans) du côté **EST** de la fente du spectrographe. L'écart entre chacun des spectres sera de **40 pixels** pour les deux premiers et de **20 pixels** pour les suivants.
Une fois lancée, la séquence s'exécute automatiquement. Il est impossible de l'arrêter.
Entrez les valeurs et cliquez sur GO sinon, cliquez sur Annuler

Nom de l'objet	No. de séquence	Nombre de spectres	Texp
3400x20	1	7	10.0
Racine des noms des fichiers	Incrément foyer	Foyer Min	Foyer Max
foyer_sptel	20	3400	3520
Répertoire			
/LAMONT/GenIII/CCD_OMM			

GO **Annuler**

Vous devez assigner des valeurs (raisonnables) pour chacun des paramètres. La valeur des paramètres « **Foyer Min** » et « **Foyer Max** » dépend de celles de l'**incrément du foyer**, du **nombre d'images**, et de la position courante du foyer au démarrage de la séquence. La valeur du paramètre « **Nom de l'objet** » est assignée automatiquement et est donnée par la valeur initiale du foyer du télescope et par l'incrément de celui-ci. Lorsque vous cliquez sur le bouton **GO**, la séquence démarre et ne peut plus être arrêtée avant la fin. Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », la séquence ne démarre pas, la fenêtre se referme, et **VisiOMM** revient en mode manuel.

NOTE - Puisque le télescope se déplace de quelques secondes d'arc en ascension droite entre chacune des images, il faut que l'angle du rotateur d'instrument soit égal à 90 degrés pour que les déplacements se fassent le long de la fente du spectrographe.

Dans l'exemple ci-dessus, la valeur initiale du foyer sera ajustée à 3400. Le nom de l'objet sera 3400 x 20. Le temps d'intégration de chacune des images sera de 10 secondes. Après une intégration, la position du foyer augmentera de 20 unités et le télescope sera déplacé en ascension droite de telle sorte que le spectre soit décalé de 20 pixels sur le CCD (40 pixels après la première intégration). La séquence se terminera lorsque la position atteindra une valeur de 3550. Le nom de l'image sera « **foyer_sptel0001** ».

4. Imagerie – plages uniformes « multi-filtres »

Si vous faites de l'imagerie avec une collection de filtres différents, vous devez obtenir des séries de plusieurs plages uniformes (« **flats** ») pour chacun des filtres. Vous pouvez obtenir ces séries à l'aide de la séquence automatisée « **Imagerie - Plages multi-filtres** ». Si vous cliquez sur cette option, la fenêtre suivante apparaît à l'écran :

SÉQUENCE DE PLAGES UNIFORMES.
Assurez-vous d'avoir déterminé les temps d'intégration pour chacun des filtres.
Une fois lancée, la séquence s'exécute automatiquement. Il est impossible de l'arrêter.
Assignez un temps d'intégration pour chacun des filtres.
Cliquez sur **OK** quand vous avez terminé sinon, cliquez sur **Annuler**.

Nombre de filtres	#1	#2	#3	#4	#5	#6
6	U	B	V	R	I	Ha
Texp (s)	10.0	5.0	5.0	5.0	2.0	20.0

Nom de l'objet: flat
Racine des noms des fichiers: flat
Répertoire: /LAMONT/GenIII/CCD_OMM

No. de séquence: 1
Nombre d'images: 10

Plage uniforme sur le ciel
Plage uniforme sur le dôme

OK **Annuler**

Vous devez assigner des valeurs (raisonnables) pour chacun des paramètres. Avant de démarrer la séquence, il est souhaitable de faire quelques images en mode manuel pour choisir le meilleur temps d'exposition (« **Texp** ») pour chacun des filtres. L'interrupteur « **Plage uniforme ciel/dôme** » indique si les plages uniformes sont obtenues en éclairant l'écran blanc du dôme ou en utilisant la lumière du ciel au crépuscule; il ne sert qu'à ajouter un mot clé dans l'entête (du fichier FITS) pour faciliter la réduction des images dans **IRAF**. Lorsque vous cliquez sur le bouton **GO**, la séquence démarre et ne peut plus être arrêtée avant la fin. Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », la séquence ne démarre pas, la fenêtre se referme, et **VisiOMM** revient en mode manuel.

Dans l'exemple ci-dessus, les plages uniformes sont obtenues en éclairant l'écran dans le dôme. Les temps d'intégration de chacune des images varient entre 2 et 20 secondes selon le filtre. Après la lecture d'une série de **10** images avec un filtre, la roue à filtres tourne à la position suivante. La séquence se termine avec la série d'images correspondant au dernier filtre de la liste. Les noms des images seront « **flat0001, flat0002, ..., flat0010** » pour le premier filtre (**U**), « **flat0011, flat0012, ..., flat0020** » pour le deuxième filtre (**B**), et « **flat0051, flat0052, ..., flat0060** », pour le dernier filtre (**Ha**).

5. Imagerie – foyer du télescope « multi-images »

En mode imagerie, il existe plusieurs façons différentes pour déterminer le meilleur foyer du télescope. L'une d'entre elles consiste à obtenir une série d'images pour lesquelles la position du foyer du télescope augmente d'une image à l'autre. Vous pouvez obtenir cette série d'images en utilisant la séquence automatisée « **Foyer - Multi images** ». Si vous cliquez sur cette option, la fenêtre suivante apparaît à l'écran :

SÉQUENCE AUTOMATIQUE D'AJUSTEMENT DU FOYER DU TÉLESCOPE
 Assurez-vous d'avoir obtenu une image du champ et d'avoir sélectionné une boîte de quelques centaines de pixels autour d'une étoile modérément brillante (m=6)
 Une fois lancée, la séquence s'exécute automatiquement. Il est impossible de l'arrêter.
 Entrez les valeurs et cliquez sur **GO** sinon, cliquez sur **Annuler**

Nom de l'objet	No. de séquence	Nombre d'images	Texp
3350	1	5	8.0
Racine des noms des fichiers	Incrément foyer	Foyer Min	Foyer Max
foyer_mitel	50	3350	3550
Répertoire			
/LAMONT/GenII/CCD_OMM			

GO **Annuler**

NOTE - Avant de démarrer la séquence, il est préférable d'obtenir une image d'un champ dans lequel se trouve plusieurs étoiles de magnitudes différentes et de choisir une région de quelques centaines de pixels autour d'une ou quelques étoiles. Les paramètres de lecture de cette section du détecteur peuvent être assignés manuellement (voir la section « **Paramètres de lecture du CCD** »), ou automatiquement (voir la section « **Fenêtre graphique** »).

Vous devez assigner des valeurs (raisonnables) pour chacun des paramètres. La valeur des paramètres « **Foyer Min** » et « **Foyer Max** » dépend de celles de l'**incrément du foyer**, du **nombre d'images**, et de la position courante du foyer au démarrage de la séquence. La valeur du paramètre « **Nom de l'objet** » est assignée automatiquement et est donnée par la valeur courante du foyer du télescope au début de la pose. Lorsque vous cliquez sur le bouton **GO**, la séquence démarre et ne peut plus être arrêtée avant la fin. Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », la séquence ne démarre pas, la fenêtre se referme, et **VisiOMM** revient en mode manuel.

Dans l'exemple ci-dessus, la valeur initiale du foyer sera ajustée à 3350. C'est aussi le nom de l'objet. Le temps d'intégration de chacune des images sera de 10 secondes. Après la lecture d'une image, la position du foyer augmentera de 50 unités. La séquence se terminera lorsque la

position atteindra une valeur de 3550. Les noms des images seront « **foyer_mitel0001, foyer_mitel0002, ..., foyer_mitel0005** ».

6. Imagerie – foyer du télescope « offset-CCD »

Une deuxième façon consiste à obtenir une seule image au cours de laquelle l'obturateur sera ouvert et fermé à plusieurs reprises. Entre chacune des expositions, la position du foyer du télescope augmente d'une image à l'autre et l'image est déplacée de 20 pixels directement sur le CCD. Vous pouvez obtenir cette série d'expositions en utilisant la séquence automatisée « **Foyer - Offset CCD** ». Si vous cliquez sur cette option, la fenêtre suivante apparaît à l'écran :

SÉQUENCE AUTOMATIQUE D'AJUSTEMENT DU FOYER DU TÉLESCOPE
Assurez-vous de placer une étoile modérément brillante (m16) au centre du champ offert à l'écran.
L'écart entre chacune des images sera de 40 pixels pour les deux premières et de 20 pixels pour les suivantes.
Une fois lancée, la séquence s'exécute automatiquement. Il est impossible de l'arrêter.
Entrez les valeurs et cliquez sur **GO** sinon, cliquez sur **Annuler**

Nom de l'objet	No. de séquence	Nombre d'images	Texp
3350x50	1	5	8.0
Racine des noms des fichiers	Incrément foyer	Foyer Min	Foyer Max
foyer_offccd	50	3350	3550
Répertoire			
/LAMONT/GenIII/CCD_OMM			

GO **Annuler**

Vous devez assigner des valeurs (raisonnables) pour chacun des paramètres. La valeur des paramètres « **Foyer Min** » et « **Foyer Max** » dépend de celles de l'**incrément du foyer**, du **nombre d'images**, et de la position courante du foyer au démarrage de la séquence. La valeur du paramètre « **Nom de l'objet** » est assignée automatiquement et est donnée par la valeur initiale du foyer du télescope et par l'incrément de celui-ci. Lorsque vous cliquez sur le bouton **GO**, la séquence démarre et ne peut plus être arrêtée avant la fin. Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », la séquence ne démarre pas, la fenêtre se referme, et **VisiOMM** revient en mode manuel.

Dans l'exemple ci-dessus, la valeur initiale du foyer sera ajustée à 3350. Le nom de l'objet sera 3350 x 50. Le temps d'intégration de chacune des images sera de 8 secondes. Après une intégration, la position du foyer augmentera de 50 unités et l'image sera déplacée de 20 pixels sur le CCD (40 pixels après la première intégration). La séquence se terminera lorsque la position atteindra une valeur de 3550. Le nom de l'image sera « **foyer_offccd0001** ».

7. Imagerie – foyer du télescope « offset-Tél »

Une dernière façon, similaire à la précédente, consiste à obtenir une seule image au cours de laquelle l'obturateur sera ouvert et fermé à plusieurs reprises. Entre chacune des expositions, la position du foyer du télescope augmente d'une image à l'autre et l'image est déplacée de 20 pixels par un « offset » du télescope en déclinaison. Vous pouvez obtenir cette série d'expositions en utilisant la séquence automatisée « **Foyer - Offset Tél** ». Si vous cliquez sur cette option, la fenêtre suivante apparaît à l'écran :

SÉQUENCE AUTOMATIQUE D'AJUSTEMENT DU Foyer DU TÉLESCOPE

Assurez-vous de placer une étoile modérément brillante (m=0) au centre du champ offert à l'écran.
L'écart entre chacune des images sera de 40 pixels pour les deux premières et de 20 pixels pour les suivantes.
Une fois lancée, la séquence s'exécute automatiquement. Il est impossible de l'arrêter.
Entrez les valeurs et cliquez sur **GO** sinon, cliquez sur **Annuler**

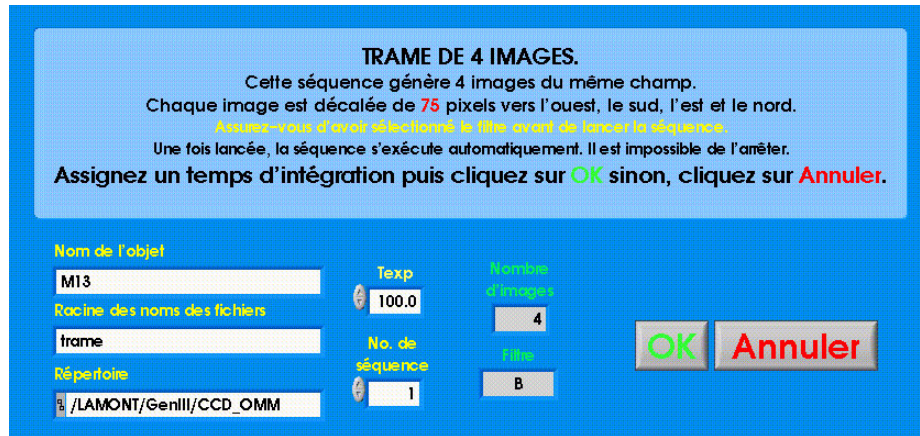
Nom de l'objet	No. de séquence	Nombre d'images	Temp	
<input type="text" value="3350x50"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="8.0"/>	
Racine des noms des fichiers	Incrément foyer	Foyer Min	Foyer Max	<input type="button" value="GO"/> <input type="button" value="Annuler"/>
<input type="text" value="foyer_offtel"/>	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="3350"/>	<input type="text" value="3550"/>	
Répertoire				
<input type="text" value="/LAMONT/GenIII/CCD_OMM"/>				

Vous devez assigner des valeurs (raisonnables) pour chacun des paramètres. La valeur des paramètres « **Foyer Min** » et « **Foyer Max** » dépend de celles de l'**incrément du foyer**, du **nombre d'images**, et de la position courante du foyer au démarrage de la séquence. La valeur du paramètre « **Nom de l'objet** » est assignée automatiquement et est donnée par la valeur initiale du foyer du télescope et par l'incrément de celui-ci. Lorsque vous cliquez sur le bouton **GO**, la séquence démarre et ne peut plus être arrêtée avant la fin. Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », la séquence ne démarre pas, la fenêtre se referme, et **VisiOMM** revient en mode manuel.

Dans l'exemple ci-dessus, la valeur initiale du foyer sera ajustée à 3350. Le nom de l'objet sera 3350 x 50. Le temps d'intégration de chacune des images sera de 8 secondes. Après une intégration, la position du foyer augmentera de 50 unités et le télescope sera déplacé en déclinaison de telle sorte que l'image soit décalée de 20 pixels sur le CCD (40 pixels après la première intégration). La séquence se terminera lorsque la position atteindra une valeur de 3550. Le nom de l'image sera « **foyer_offtel0001** ».

8. Imagerie – tramage « dithering »

La qualité cosmétique des CCDs n'est pas parfaite. Il y a souvent plusieurs mauvais pixels, mauvaises colonnes ou mauvaises lignes qui sont moins ou pas sensibles à la lumière. De plus, dans le cas du détecteur 4K x 4K, puisqu'il s'agit d'une mosaïque de 2 CCDs 2K x 4K assemblés côte à côte, il y a un intervalle de quelques dizaines de microns le long des colonnes entre les deux CCDs. Afin de couvrir la région observée de manière complète et adéquate, il faut donc obtenir plusieurs clichés pour lesquels on applique un léger déplacement du télescope par « **offset** ». La séquence automatisée « **Trame d'images** » (« **dithering** » en anglais) permet d'obtenir une série de quatre (4) images auxquelles un déplacement de 75 pixels sera appliqué vers l'ouest, le sud, l'est et ensuite le nord (pour revenir à la position initiale). Si vous cliquez sur cette option, la fenêtre suivante apparaît à l'écran :



Vous pouvez assigner des valeurs aux paramètres « **Temp** », « **No. de séquence** », « **Nom de l'objet** », « **Racine des noms de fichiers** », et « **Répertoire** ». Lorsque vous cliquez sur le bouton **GO**, la séquence démarre et ne peut plus être arrêtée avant la fin. Une première image sera obtenue à la position initiale du télescope. Après la lecture de l'image, le télescope sera déplacé de 75 pixels vers l'ouest avant la deuxième image. Le processus est répété avec des déplacements de 75 pixels vers le sud avant la troisième image, puis l'est pour la quatrième image. Lorsque cette dernière est complétée, le télescope est finalement déplacé de 75 pixels vers le nord afin de revenir à la position initiale.

Si vous cliquez sur le bouton « **Annuler** », la séquence ne démarre pas, la fenêtre se referme, et **VisiOMM** revient en mode manuel.

Les commandes IRAF

Cette section n'est pas une introduction au logiciel **IRAF**, mais seulement un rappel des commandes les plus utiles pour inspecter et faire la réduction partielle de vos observations CCD. Il serait utile de consulter les manuels d'introduction au système **IRAF** sur le web. Vous pouvez démarrer **IRAF** en tapant la commande : **cl**

dans une des fenêtres « **xgterm** » de la station de travail **manwe** ou **io**.

La commande **help commande** peut aussi s'avérer très utile pour découvrir le fonctionnement d'une tâche **IRAF**.

Les commandes les plus utiles

Commande	Explication
diskspace	liste de l'espace-disque disponible
dir	liste des fichiers du répertoire courant
imcopy	création d'une copie complète d'une image ou d'une section d'une image
imrename	changement de nom d'une image

imdelete	élimination d'une image de l'espace-disque
imheader	liste de l'entête d'une image
hedit	édition de l'entête d'une image
hselect	liste de paramètres spécifiques de l'entête d'une image
display	affichage d'une image dans la fenêtre ximtool ou ds9 (saoimage)
imexamine	tâche d'analyse des images (profil de colonne et de ligne, profil radial, traçage de surface, traçage de contour, statistique d'image)
imhist	histogramme de la valeur des pixels d'une image
imstat	statistique d'une image
implot	profil de colonne et de ligne, moyenne de colonne et de ligne
splot	profil d'une ligne dans la tâche d'analyse spectroscopique
imarith	opérations arithmétiques sur des images
imcombine	moyenne ou médiane de plusieurs images
files	création d'une liste des images

La commande « findgain »

Vous pouvez calculer le gain et le bruit de lecture du détecteur de façon plus précise en utilisant la commande : **findgain**

Cette commande est surtout utilisée en mode imagerie et requiert deux images **bias** et deux images **flat**. Le calcul du gain et du bruit de lecture s'effectue sur une petite section de l'image (au choix de l'utilisateur - environ 500 x 500 pixels) selon les deux relations suivantes:

$$\text{Gain}(e^-/\text{ADU}) = \frac{(\overline{\text{FLAT1}} + \overline{\text{FLAT2}}) - (\overline{\text{BIAS1}} + \overline{\text{BIAS2}})}{\sigma_{(\text{FLAT1}-\text{FLAT2})}^2 - \sigma_{(\text{BIAS1}-\text{BIAS2})}^2}$$

$$\text{Bruit}(e^-) = \frac{\sigma_{(\text{BIAS1}-\text{BIAS2})} \times \text{Gain}}{\sqrt{2}}$$

Consultez les pages du manuel au moyen de la commande **help findgain**.

La commande « **specfocus** »

Vous pouvez calculer la valeur du meilleur foyer du spectrographe en utilisant la commande :

specfocus nnn f_initxdel_f

Cette commande est utilisée en mode spectroscopique et requiert une série d'images d'une lampe d'étalonnage obtenue en changeant la position du miroir de collimation (voir la section **Les séquences automatisées – Spectroscopie 1. Foyer du spectrographe**). Le paramètre **nnn** représente le nom des fichiers de la séquence (ex: **foyer_spec***) tandis que le paramètre **f_initxdel_f** donne la valeur de la position du miroir de collimation de la première image de la séquence (**f_init**) ainsi que la valeur de l'incrément de position (**del_f**) de chacune des images (ex: la position du miroir de collimation de la première image est 8.0 et, pour chaque nouvelle image, cette valeur augmente de 0.50 unité, donc 8.0x0.5; attention, le **x** entre les deux valeurs est important).

Consultez les pages du manuel au moyen de la commande **help specfocus** .



Observer avec Andor

La caméra Andor est rarement utilisée pour des observations scientifiques. Elle est plus souvent utilisée pour faire la collimation, par contre, en cas de panne de l'instrument PESTO, cette caméra peut être utilisée. Il est important de noter qu'il n'est pas possible de mettre un filtre avec cette caméra. Alors les observations se font en "Open". Il est donc nécessaire d'inclure ce manuel dans cette compilation de manuels d'instruments. Cette caméra est refroidie par effet Peltier.

Contrairement aux autres instruments, nous n'avons pas jugé nécessaire de faire un **checklist** pour Andor.

Introduction

La caméra Andor est une caméra EMCCD très sensible que l'on peut installer au foyer primaire du télescope. Une interface mécanique est présentement en cours de développement pour pouvoir adapter la caméra Andor à l'assemblage optique de Pesto advenant que la caméra NüVü fasse défaut. La caméra Andor n'a pas encore de logiciel dédié avec lequel on peut la contrôler. Pour l'instant, il est possible d'utiliser la caméra avec le logiciel libre **AudeLA3.0**. Ce logiciel offre une interface graphique simple et nous permet d'accéder directement aux commandes natives de la caméra.

Interface graphique

Se connecter à l'ordinateur

L'ordinateur qui contrôle la caméra est installé directement au télescope. Il faut donc se connecter via **TeamViewer** à celui-ci. Le numéro d'identifiant de l'ordinateur devrait être obtenu via l'assistant de nuit. Il est important de noter qu'il y a deux entrées Ethernet à l'arrière de l'ordinateur de la caméra. Une seule de ces entrées est fonctionnelle alors si **TeamViewer** n'arrive pas à se connecter, il est fort probable que le câble Ethernet ne soit pas branché dans la bonne entrée. Si la connexion ne se fait toujours pas, il est possible qu'il ait un problème. Dans ce cas, il est possible de brancher écrans, souris, et clavier directement sur l'ordinateur pour analyser la situation. L'assistant de nuit s'occupera de vérifier.

Démarrer AudeLA

La première étape est bien sûr de double-cliquer sur l'icône de **AudeLA** (voir figure 1). Une fois le programme lancé, un terminal apparaîtra et affichera un message comme quoi la caméra est bien fonctionnelle. Sous l'onglet **caméra**, on sélectionne l'option acquisition (voir figure 2). L'interface (figure 3) nous permet de configurer: le temps de pose, le type d'acquisition, le binning, le nom du fichier, l'extension du fichier ainsi que de lancer une pose (**GO CCD**). Il est important de noter que la caméra Andor ne possède pas d'obturateur. Donc, il est impossible de le fermer ou de l'ouvrir. De manière générale, il faut être très prudent avec l'interface **AudeLA** puisque qu'il n'est fait que pour opérer une caméra Andor, donc plusieurs fonctionnalités sont non-utilisables.

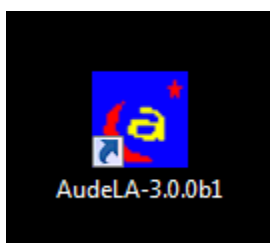


Figure 1 : Icône de **AudeLA**

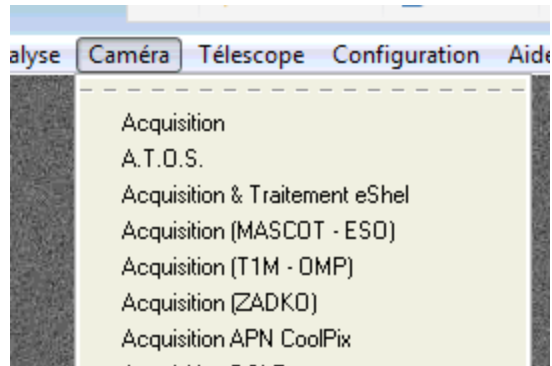


Figure 2 : L'onglet acquisition nous permet de lancer l'interface de contrôle de la caméra.

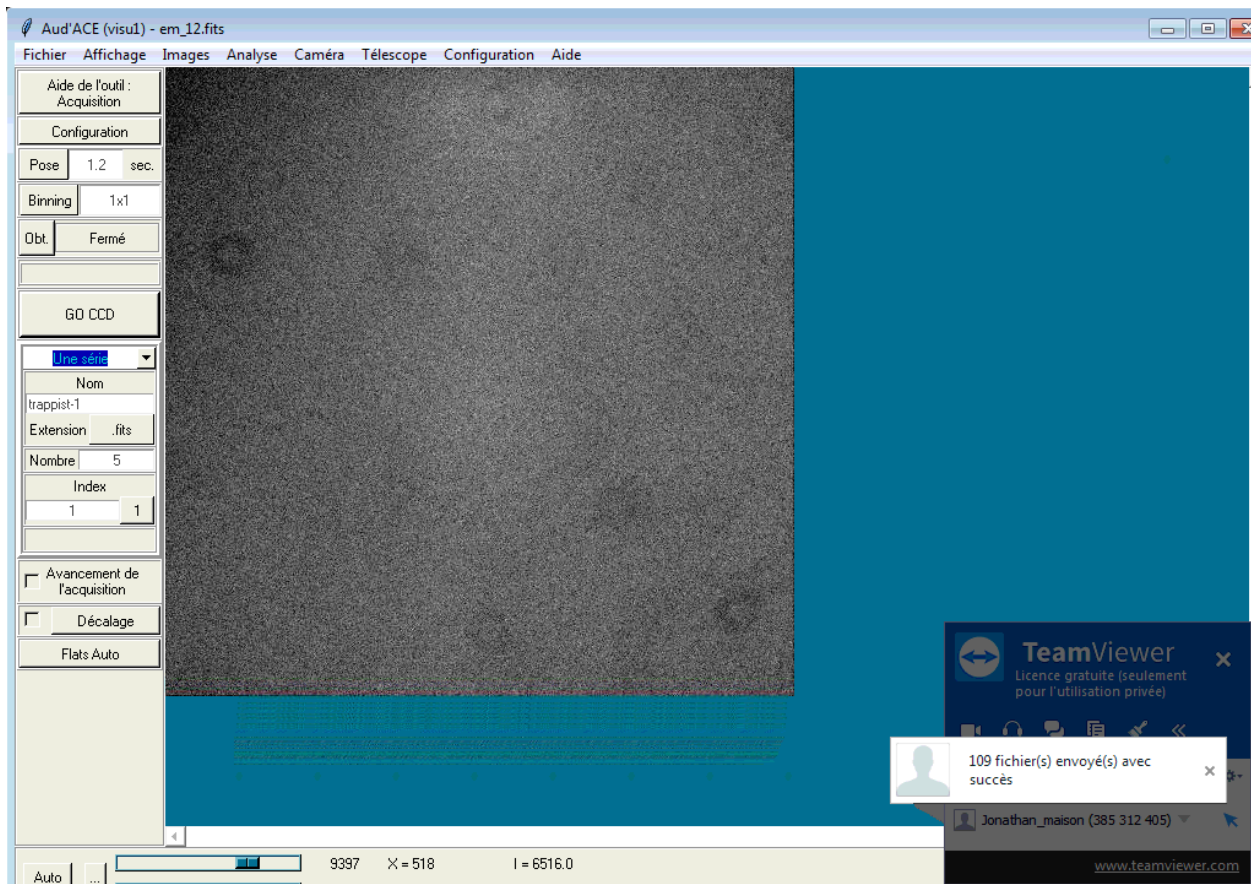


Figure 3 : L'interface principale de **AudeLA** avec laquelle on lancera la majorité des commandes.

Préparer une série d'expositions

Afin d'être consistant, on doit sélectionner l'extension ".fits" (figure 4). Pour sélectionner le dossier dans lequel les images seront sauvegardées, on utilise l'onglet **Configuration** et l'option **répertoire** (figures 5 et 6). Plusieurs types de séquence peuvent être sélectionnés (figure 7): **une image** : nous permet de prendre une image à la fois. Il est important de noter que les images doivent être sauvegardées manuellement. **Une série** : nous permet de prendre une série de x images. On doit alors entrer le nombre d'images. **En continu** : nous permet de lancer une série continue d'acquisitions. Il est important de noter que l'interface **AudeLA** nous permet de contrôler l'incrément des images. Il est donc possible, si la gestion des images est non optimale, d'effacer les images déjà enregistrées. Vérifiez vos choix avant de lancer, et exposez avec prudence !



Figure 4 : L'onglet nous permet de sélectionner l'extension de nos fichiers. On devra le mettre à **.fits**.

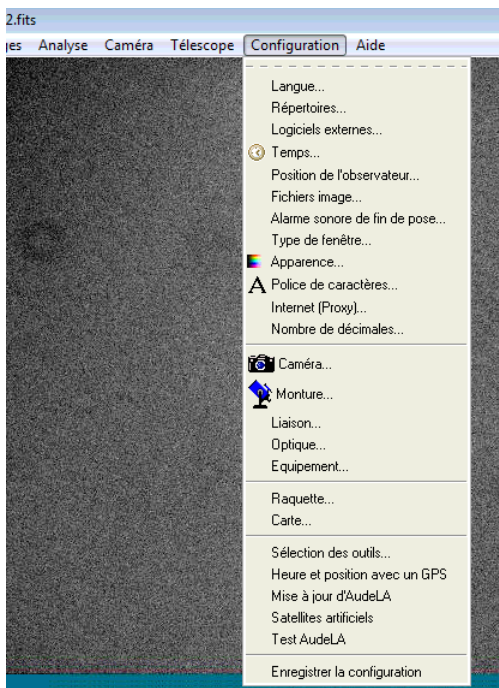


Figure 5 : L'onglet nous permet de sélectionner le répertoire.

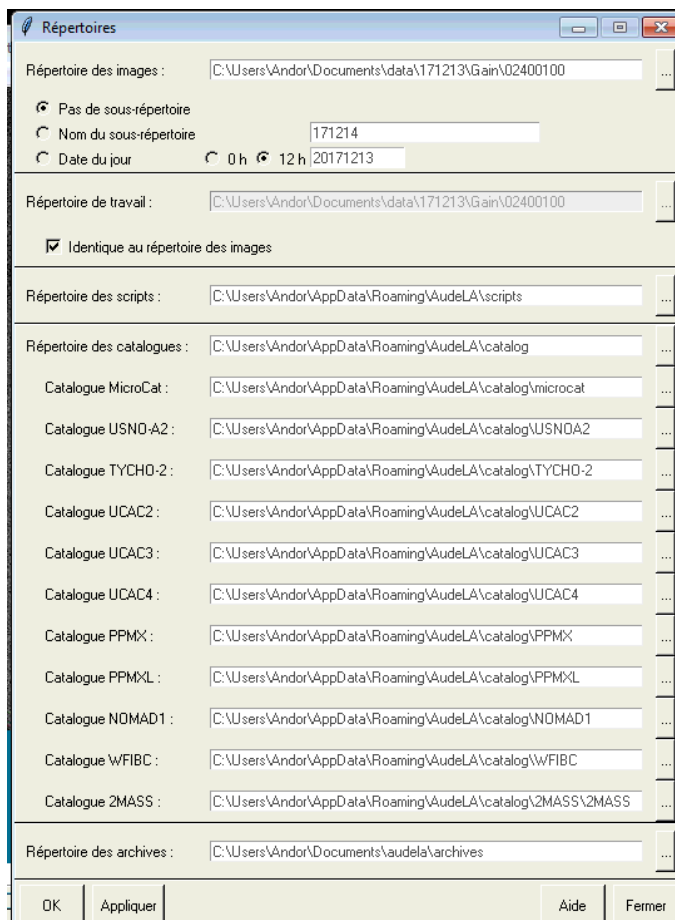


Figure 6 : Pour sélectionner un répertoire, il suffit de cliquer sur "...", au bout, à droite.



Figure 7 : L'onglet nous permet de sélectionner le type de séquence.

Changer la température

On peut changer la température du détecteur (-80C - 20C) par l'onglet **Configuration** et l'option **Caméra** (figure 5).

Mode de lecture

On doit entrer manuellement les commandes pour changer le mode de lecture (**EM/CONV**).

Mode EM

Dans le terminal AudeLA, on entre la ligne de commandes suivante : **cam1 electronic 0 2 4 0 0 gain**. Le dernier chiffre représente le gain **EM** (valeur entre 4 et 300). Donc, par exemple, pour sélectionner le mode **EM** avec un gain de *100* on entrera, dans le terminal, la commande suivante : **cam1 electronic 0 2 4 0 0 100**. Les autres chiffres sont, pour la plupart, les vitesses de lecture du détecteur. Il est important de noter que ce ne sont pas toutes les combinaisons de fréquences qui fonctionnent bien. De plus, une caractérisation du détecteur est nécessaire à chaque nouvelle configuration de fréquences pour connaître le bruit de lecture, le gain, et le point de saturation. Les caractéristiques connues de la caméra en mode **EM** sont inscrites dans le tableau 1 :

Configuration	Saturation (adu)	RO noise (e)	Gain (e/adu)	Vf MHz	Hf MHz	Preamp Gain
0 2 4 0 0 5	13 000		0.5	12.9	10	5.1
0 2 4 0 0 100	13 000		0.03	12.9	10	5.1

Tableau 1 : Tableau des caractéristiques du mode **EM**

Mode Conventionnel

Pour sélectionner le mode conventionnel (**CONV**), on entre la commande: **cam1 electronic 1 0 1 2 0 1** dans le terminal de **AudeLA**. Les caractéristiques sont inscrites dans le tableau 2.

Configuration	Saturation (adu)	RO noise (e)	Gain (e/adu)	Vf MHz	Hf MHz	Preamp Gain
1 0 1 2 0 1	13 000		2.4	1.7	1	1.0
1 2 1 2 0 1	+20 000		0.41	1.7	1	5.1

Tableau 2 : Tableau des caractéristiques du mode **CONV**

Mise au foyer

Pour lancer le script, on ouvre une ligne de commande window, et on entre la commande suivante :

C:\Python27\python.exe \Users\Andor\Documents\Focus\quick_focus.py

Le script nous demande le chemin vers nos images, et la position x et y de l'étoile à analyser. Ensuite, il imprime à l'écran la liste des images dans le terminal, et on demande la position du foyer associé à chacune des images.

Sauvegarde des données en fin de nuit

À la fin de la nuit, c'est la tâche de l'astronome de soutien de faire la gestion des données de la caméra Andor.

Aussitôt que les données seront transférées à Montréal, l'astronome de soutien pourra par la suite : 1) archiver les données à Montréal, et 2) préparer les données et le log des observations pour un transfert vers l'investigateur principal (PI). Le PI est, par la suite, responsable de la réduction des données.

Annexe pour les commandes unix (en anglais)

Conventions

<CR>	RETURN key
<ESC>	ESCAPE key
	DELETE key
<Ctrl-X>	press <Control> key and type x

Shell Commands

passwd	change password
logout	end terminal session

File Hierarchy

cd dir1	change to directory dir1
ls	list files in directory
ls -l	list files in detail
mkdir dir1	create new directory dir1
rmdir dir1	remove directory dir1
cp f1 f2	copy file f1 to f2
mv f1 [f2...] dir1	move files f1 to fn to directory dir1
mv dir1 dir2	rename directory dir1 as dir2
rm filename	delete (remove) file filename
ln file1 name	create a hard link to file1 called name
ln -s file1 name	create a soft link to file1 called name
pwd	show path to current directory

Getting Help

man -k <i>subject</i>	Show man pages relating to <i>subject</i>
man -s# <i>subject</i>	Show man page relating to <i>subject</i> in section number #
man -s# Intro	Show introductory man page for section #

File types and Listing

file filename	classify the file
strings filename	show any ASCII strings in a file
cat filename	display contents of file to STDOUT
more filename	display contents of file one screenful at a time
head filename	display first 10 lines of file
head -n filename	display first n lines of file
tail filename	display last 10 lines of file
tail -n filename	display last n lines of file
tail -f filename	recursively display last 10 lines of file
cut	extract character or fields from text
wc filename	count lines, words and characters in file
diff f1 f2	find differences between two files
diff3 f1 f2 f3	find differences between 3 files
sort filename	sort file alphabetically by first letter
uniq	report or filter out repeated lines

Redirection

STDIN	standard input, typically the keyboard
STDOUT	standard output, typically the screen
STDERR	standard error, where errors are sent. typically the screen
comm > file	output of comm creates file
comm < file	contents of file used as input to comm
comm 2> filename	error messages from comm sent to file
comm >> filename	output from comm appended to file
cat file <<EOF	create a document called file data... containing data EOF
comm1 comm2	output from comm1 used as input to comm2
mkfifo name	create a named pipe called name
mknod name p	create a named pipe called name

Networking

telnet hostname [port]	connects to host and opens a shell. optionally on specified port
ftp hostname	connects to a remote host to transfer files
ssh hostname [command]	makes a secure connection to host and opens a shell

Translations and Searching

tr set1 set2	translates set1 to set2
sed	powerful text manipulation tool
grep pattern filename	finds lines containing pattern in file
grep -v pattern filename	finds lines not containing pattern in file
grep -i pattern filename	finds all lines containing pattern in file ignoring case
find path condition	finds files matching condition from path downwards
find path -inum n	finds hard links, i.e. all files with the same i-node number
who	displays users on system
who am i	shows real user id
w	displays users on system
id	shows effective username & UID, and group membership
look word	searches /usr/dict/words for word

Processes and process control

ps	displays processes running on a host
prstat	displays iterating list of processes by CPU usage
command &	run command in background jobs print list of jobs
fg [%n]	resume foreground job n
bg [%n]	resume background job n
stop %n	suspend background job n
kill [%n]	kill job n
<ctrl-c>	interrupt process
<ctrl-z>	suspend current process
kill n	kill process n
kill -9 n	terminate process n
<ctrl-s>	stop screen scrolling
<ctrl-q>	resume screen output
sleep n	sleep for n seconds

Shells and variables

variable=value	create local variable variable with value value
export variable	remove environment variable
unset variable	remove environment variable
set	show local variables
env	show environmental variables
alias name1 name2	create command alias
alias	show command aliases
unalias name1	remove command alias name1
history	display recent commands
! n	submit recent command n
set -o vi	recall commands, edit and reexecute