

Enregistrement et restitution de mouvements de protubérances solaires

Introduction

Ce petit tutoriel présente les techniques utilisées pour enregistrer et restituer des mouvements de protubérances solaires.

L'observation directe du soleil est dangereuse (perte de la vue, risque d'incendie,...). Assurez-vous de toujours opérer dans les meilleures conditions de sécurité. Ce document peut contenir des erreurs ou des comporter des lacunes. Votre sécurité est de votre seule responsabilité. Nous vous déconseillons de poursuivre si vous n'avez pas l'expérience nécessaire de l'observation solaire.

Le principe de la réalisation

Les mouvements de protubérances nous apparaissent relativement lents (vus depuis la terre). La perception du mouvement passe par la réalisation d'une animation « en accéléré ». Le taux d'accélération reste à l'appréciation de l'observateur.

Pour que le cerveau associe une notion de mouvement, les images doivent être présenter entre 5 et 25 images par seconde (i/s) : au dessus de 25 i/s, la perception ne s'améliore pas. En dessous de 5 i/s, la perception est inconfortable et peut être qualifiée de saccadée.

Le principe de l'animation consiste à assembler des images acquises périodiquement (par exemple 1 par minute) pour les restituer à une cadence acceptable (par exemple 10 i/s). L'effet obtenu avec une acquisition à 2 images par minute présentées à 20 i/s donnera des vitesses apparentes équivalentes, sera de meilleur qualité esthétique, mais demandera plus de stockage, plus de traitement et plus de travail. Le choix est une question de compromis. Je suggère de commencer avec une acquisition à 1 image par minute.

Le matériel

La qualité du matériel est un facteur de réussite important (au même titre que la météo ou l'expérience de l'observateur).

Il est impératif d'avoir :

- Une monture capable de suivre le soleil pendant un durée importante (1 heure) sans dérive appréciable. Mise en station parfaite, disponibilité d'une vitesse de suivi solaire, anticipation des passages au méridien, marge disponible avant les obstacles mécaniques ou visuels sont des pré-requis au bon déroulement des opérations.
- Un système d'observation « sûr » et efficace de la couronne solaire. Je n'ai pas pratiqué le coronographe et recommande l'utilisation de filtres H alpha de faible bande passante. Il est impératif que le montage comporte un système de réjection (limitation) de l'énergie calorifique **« à l'entrée »**. les filtres au

niveau de l'oculaire sont à proscrire (voir avertissement).

Le choix de la longueur focale du système d'observation dépend des effets recherchés, de la dimension du capteur disponible : elle peut éventuellement être adaptée par des lentilles de Barlow ou des réducteurs de focale. Il convient d'expérimenter en s'inspirant des travaux d'autres observateurs qui fournissent généralement les caractéristiques de leurs instruments.

- Un capteur adapté en terme de surface, sensibilité dans la bande H alpha, et possibilités d'acquisition. La nouvelle génération de caméra électronique (DMK de The Imaging Source pour les modèles sans filtre IR) semble bien adaptée.
- Un système d'acquisition (micro-ordinateur)
 - suffisamment rapide pour être capable de soutenir un taux d'acquisition élevé afin de « figer » la turbulence.
 - Avec suffisamment de stockage disque pour conserver les importants volumes d'acquisition.

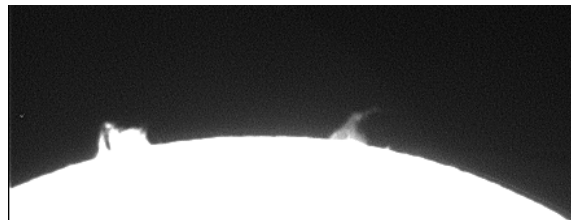
Le choix de la cible

La réalisation d'une animation est d'autant plus gratifiante que le sujet est animé. Tous les phénomènes solaires d'évoluent pas à la même vitesse.

Sur le disque, la « granulation » et les filaments sont susceptibles d'évoluer plus rapidement que les tâches.

Dans la couronne, les phénomènes brillants et contrastés apparaissent par expérience moins évolutifs que les structures moins détectables.

Ces conseils ne sont pas des lois physiques, mais plutôt des résultats d'expérience personnelle.



L'acquisition

L'acquisition individuelle directe de chacune des images de l'animation ne permet pas de bénéficier pleinement des capacités d'amélioration de qualité et de contraste qu'offre les programmes de traitement d'image.

Par contre, l'acquisition d'une série d'images consécutives permet d'obtenir par un traitement approprié une réduction significative du bruit associé à la capture.

Typiquement les programmes s'appuient sur un réaligement des images suivi d'une opération de traitement statistique (addition avec ou sans élimination des extrêmes, des points déviants au delà d'un écart type donné, choix de la médiane).

L'acquisition à privilégier repose donc sur un lot d'images consécutives (séquence de film).

Parmi les sources de « bruit à combattre », on doit prendre en compte :

- le bruit statistique lié au capteur
- les bruits parasites dus à l'induction dans les circuits électroniques
- les effets de la turbulence « inter-images »
- les effets de la turbulence « intra-image »

- les vibrations mécaniques parasites
- les défauts de mise au point
- le manque de contraste des images.

L'utilisation d'un taux d'acquisition élevé permet de « figer » la turbulence « intra-image » et de lutter contre l'effet des vibrations mécaniques.

Les effets de la turbulence « inter-images » seront traités par le réalignement des images.

Le choix du capteur et le blindage des circuits permettent de réduire, si ce n'est d'éliminer les sources de bruit électronique.

Les défauts de mise au point relèvent du soin apporté par l'opérateur à cette opération. Le contrôle en est toutefois limité par la précision du dispositif mécanique de MAP et les variations de MAP liées aux dilatations associées aux variations de température. Un dispositif de mise au point précis et sans jeux est un atout. La présence de détails contrastés (tâches) en est un autre.

Le manque de contraste des images peut être dû à :

- la présence d'un voile nuageux (cirrus fins) qui favorise la diffusion de la lumière en altitude,
- la présence de poussières et de dépôts sur les surfaces optiques qui favorisent la diffusion de la lumière dans l'optique
- la qualité intrinsèque de chacun des éléments de la chaîne optique qui fixe la limite au meilleur contraste pouvant être atteint.

Le nombre d'images à acquérir chacune des séries est un compromis entre

- la vitesse d'évolution du phénomène
- la sensibilité du capteur et la quantité de lumière reçue
- la capacité de stockage disponible
- l'amélioration souhaitée lors du traitement de la séquence.

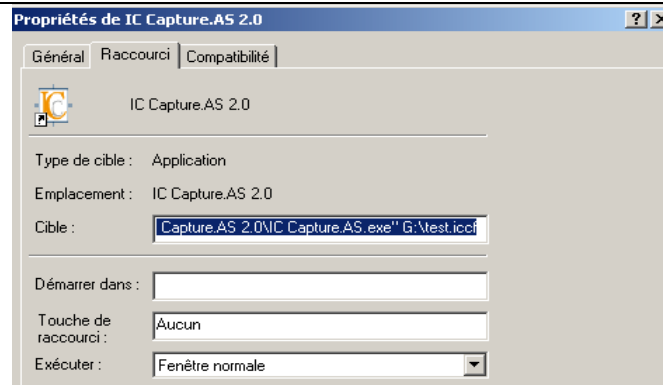
En pratique une série de 10 à 50 images représente un compromis judicieux.

Dans le cas d'une caméra DMK, le programme ICCapture fourni permet les réglages de la caméra, le choix précis de la durée des séquences et un stockage automatique avec choix automatique d'un nom unique de fichier.

- (On choisira un nom avec indice et inclusion des heures et minutes du type « sol001_12-34.avi »).
- Si l'on ne souhaite pas conserver tout le champ du capteur, mais seulement une région particulière, on utilisera utilement le filtre d'acquisition « ROI » (region of Interest) qui permet de sélectionner la zone acquise et enregistrée. On limite ainsi la place disque occupée.
- La taille de la ROI doit cependant être choisie suffisamment grande pour que la protubérance suivie reste à l'intérieur du champ du fait de la turbulence et de la dérive prévisible de la monture. Il est intéressant de réserver une place suffisante pour positionner une « zone de sélection » suffisante pour « Registax4 ».
- Le réglage du gain doit être choisi à l'écart du maximum qui génère beaucoup de bruit. Un gain à 700-900 (sur 1024) est un bon choix.
- Le choix de la vitesse d'obturation dépend de la luminosité de la chaîne d'acquisition et de la transparence atmosphérique. Choisir la vitesse en s'aidant de l'histogramme dynamique (en mode log) de manière à occuper

toute la dynamique du capteur (0-255) . Parfaire le niveau à l'aide du gain sans l'amener dans des niveaux trop élevés.

- Tout ces paramètres étant fixés, il est prudent de les enregistrer (File / save) afin de pouvoir reprendre les acquisitions en cas de plantage.
- Sur ce point il est intéressant de lancer ICCapture systématiquement avec un nom de fichier d'options sur la ligne de commande (à mettre via le raccourci de lancement).



Le raccourci lance ici ICCapture avec test.iccf comme fichier de paramètres.

Le programme ICCapture ne permet pas la répétition cadencée des prises de vue et il convient de « cliquer » de manière répétitive (je ne l'ai jamais fait pendant une heure) ou d'utiliser un programme rendant ce service. (L'auteur a développé un petit utilitaire « click-auto.exe » rendant ce service à la cadence souhaitée).

Le traitement élémentaire des images

Chacun des petits films acquis va fournir 1 image de l'animation.

Le traitement est à faire avec « Registax4 » qui permet de :

- traiter un film acquis avec ICCapture (et le codec Y800)
- sélectionner les images à empiler après analyse de la qualité (plusieurs évaluateurs de qualité sont disponibles : utiliser « local contrast » et un critère de 80% sur la qualité. La taille de la boîte de sélection pour alignement est à choisir en fonction de la turbulence et de la taille du détail utilisé.
- Réaligner les images sélectionnées
- Empiler les images sélectionnées
- Appliquer un filtrage par ondelettes
- Sauvegarder l'image améliorée en format BMP

Pour une animation de 60 images, il faudrait donc appeler 60 fois « Registax4 » pour traiter les 60 films acquis. Heureusement il existe un mode « Batch » pour « Registax4 » qui permet de lancer un lot de traitement avec un profil de filtrage par ondelettes donnés. Cf : site

On peut aussi utiliser un interface utilisateur de paramétrage du mode Batch « Gui-Registax.exe » qui automatise de manière conviviale les traitement Batch.

La constitution d'un premier film

Lorsque toutes les images de l'animation sont produites, il convient de les assembler dans un premier film. Pour cela :

- isoler les images dans un répertoire dédié.
- Les renommer avec une numérotation croissante avec votre utilitaire favori [img1, img2, ...img60] (dans mon cas Irfanview, visualiseur d'image puissant qui dispose d'un mode de renumérotation batch)
- Utiliser Virtualdub.exe pour créer un film en ouvrant l'image #1 du répertoire : les autres sont automatiquement assemblés dans une séquence.
- Sauvegarder la séquence sous forme d'un Avi (file / save as avi) après avoir éventuellement changé la fréquence des images (video/frame rate).

A ce niveau votre film va peut être vous décevoir : variation de luminosité, saccades, dérives... Ne désespérez pas, nous traitons ça dans la suite...

L'amélioration du premier film.

C'est une nouvelle fois avec REGISTAX4.EXE que l'on va améliorer le film d'animation. Voici le principe du traitement que vous pourrez améliorer :

- Ouvrir le film dans registax
- Décochez le mode traitement automatique
- Aligner les images sur le détail retenu
- Sélectionner toutes les images avant de presser « limiter » : Pousser le curseur à droite.
- Sur le deuxième onglet, appuyez sur « optimiser et empiler » (optimize and stack).
- Registax passe automatiquement au 4ème onglet « ondelettes » : revenir au 3ème « empiler/stack ». Cocher « Normalize intensity over frames ». Dans les options « save register/integrated Avi », dans la partie « Create registered Avi file » cocher « maximum area » puis appuyer sur « save ». Vous sauvegardez (sous un nom à choisir) votre film réaligné et « normalisé ».

Le masquage du disque solaire

Si vous souhaitez masquer le disque solaire pour simuler un effet de coronographe, vous pouvez utiliser IRIS (de C. BUIL) de la manière suivante :

- Eclater votre film réaligné en images élémentaires dans un répertoire spécifique. AVI2BMP est idéal pour ça.
- Chargez les images dans IRIS en tant que série (de nom générique « a » par exemple)
- Chargez la première image
- Déterminez les caractéristiques du disque qui va masquer le soleil (X, Y et R) avec la commande « Circle nn » où nn représente le niveau des pixels du disque (prenez 250 par exemple)
- Créez un petit script de traitement « sc »
 - Load \$1
 - DISK1 X Y R
 - Savebmp \$1
- Lancez le script "sc" de manière répétitive (Vous n'avez que le n° à modifier):
 - run sc a1
 - run sc a2
 -

- run sc a60
- Récupérez les images a1.bmp à a60.bmp dans le répertoire de travail d'IRIS avant de passez à l'»étape suivante.

La constitution de l'animation

Selon le type d'animation que vous voulez diffuser (Gif animé, Avi, Wmv , Mov), utilisez vos meilleures utilitaires :

- Vous savez déjà faire un avi avec Virtualdub.exe...
- Plusieurs utilitaires sont disponibles pour les Gif animés.

Un « Gif » animé se présente très facilement sur une page Web ou un Forum. Un avi demande une action de l'utilisateur.

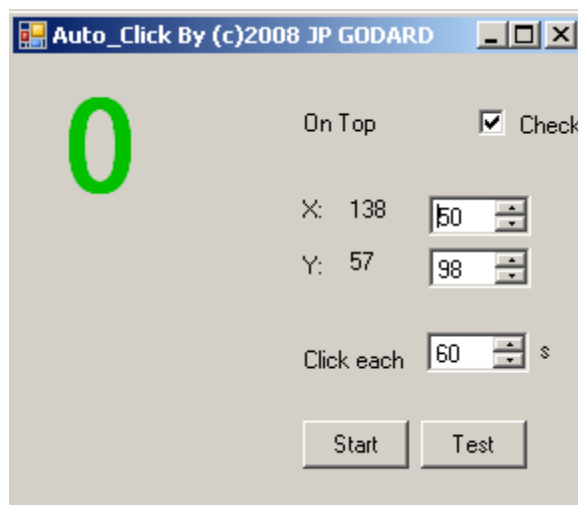
Les programmes nécessaires

Indispensables

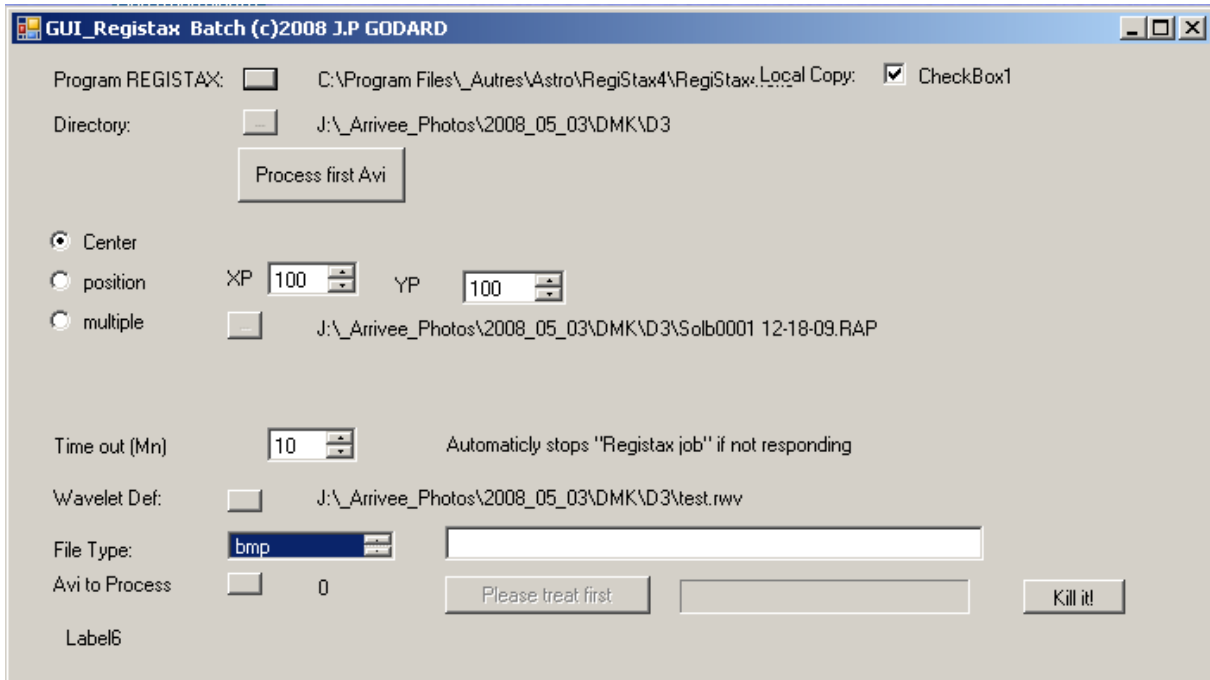
- ICCAPTURE.EXE fourni avec les cameras DMK permet de gérer la caméra et les acquisitions.
- REGISTAX4.EXE permet de créer chacune des images de l'animation à partir des films élémentaires acquis avec ICCAPTURE.
- VIRTUALDUB.EXE permet de constituer un avi à partir d'une collection d'images BMP.
- AVI2BMP.EXE permet de transformer un avi en collection d'images BMP.
- IRIS.EXE permet différents traitements dont l'occultation du disque solaire.

Le confort

« click-auto.exe » en parallèle avec ICCapture permet de pallier à l'absence de lancement périodique de l'acquisition de film. On paramètre les coordonnées du point ou l'on veut cliquer et la périodicité : le programme le fait ensuite à votre place.



« Gui-Registax.exe » permet d'automatiser les traitements en lot avec « Registax4 » évitant ainsi beaucoup d'opérations répétitives.



Conclusion

Je vous souhaite de bon films et la réalisation de nombreuses animations de protubérances.

Faites part de vos résultats, trouvailles, trucs et astuces sur le forum « Astrosurf ».