Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 58 (2000)
Heft: 299

Artikel: Astrophotographie [Fortsetzung]
Autor: Cevey, Daniel
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-898610

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Astrophotographie

DANIEL CEVEY

8. Les techniques CCD

Utilisée dès le début des années 1970 par les professionnels, la caméra CCD est proposée depuis une dizaine d'années aux amateurs. Si ses performances s'améliorent de manière spectaculaire, son prix (plusieurs milliers de francs) reste élevé.

La caméra CCD peut être utilisée soit pour piloter le suivi, soit pour acquérir des images sous forme digitale. Certaines caméras proposées actuellement sont conçues pour assurer simultanément les deux fonctions de suivi et d'acquisition.

Le but du présent chapitre est uniquement de présenter ces nouvelles techniques. Un approfondissement nécessiterait un cours spécifique. Je n'ai ni la place, ni la compétence pour me lancer dans cette entreprise. D'autre part, la manipulation informatisée des images ainsi que leur compositage permettent des distorsions entre l'image enregistrée et l'image présentée. Il s'agit dès lors d'aborder ces techniques de manière prudente et critique. S'il s'agit d'un outil des plus précieux pour le professionnel, il peut, volontairement ou non, être utilisé par l'amateur d'imagerie, à des fins de mystification. Il s'agira donc d'accompagner chacun des clichés produits d'un commentaire circonstancié, signalant les conditions de saisies d'image, les éventuels compositages ou photomontages opérés, afin de ne pas tromper l'admirateur non averti. Les médias sont d'ailleurs déjà confrontés aux problèmes déontologiques posés par les manipulations d'images rendues possibles par leur digitalisation.

8.1. La caméra CCD

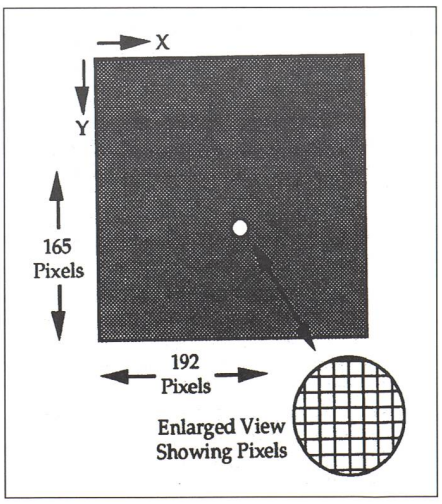
CCD est l'abréviation de *Charge-Coupled Device* soit un dispositif à transfert de charges. Cette caméra, conçue en 1969 par Boyle et Smith, utilise le contrôle du mouvement des électrons dans un semi-conducteur (essentiellement le silicium) par l'application de champs électriques. Environ 100 millions de fois plus sensible que l'œil nu, et ceci dans un très large domaine spectral (350 à 950 nm.), cette caméra offre de plus l'avantage d'une réponse linéaire et d'un bruit très faible.

Le composant de base de la caméra CCD consiste en une **matrice de pixels photosensibles**, qui vont chacun émettre un nombre d'électrons proportionnel au nombre de photons incidents. La caractéristique principale de cette matrice est sa dimension donnée en nombre de pixels. Il peut actuellement aller jusqu'à 2048 x 2048 pixels, mais les caméras proposées aux amateurs se contentent de matrices de l'ordre de 192 x 165 pixels (pour la SBIG ST4) ou de 375 x 242 pixels (pour la SBIG ST6).

Un circuit de lecture permet de transporter les charges produites et de les compter. Il est associé à une **électronique de commande** qui assure la synchronisation de la lecture des pixels, chacun d'entre eux étant localisé par ses coordonnées ligne-colonne. Le signal de sortie s'apparente dès lors à un signal vidéo où chaque impulsion est proportionnelle à la photocharge stockée par le pixel. Les caméras offrent la possibilité de choisir la cadence de lecture de la matrice, d'une fraction de seconde à plus d'une heure. En effet, la très grande capacité de stockage (jusqu'à 5 x 10^5 électrons par pixel) permet une **réponse linéaire** y compris pour les longues poses.

Un système de refroidissement (environ –30°), généralement un élément Peltier, permet de diminuer considérablement le bruit, qui se situe aux alentours de 10 électrons.

Utilisée en acquisition d'images, la caméra CCD devra être accompagnée d'un **ordinateur** permettant l'enregistrement et le traitement du signal. Le stockage se fera sur disquettes ou CD-ROM.



La grande sensibilité (de l'ordre de 20 000 ISO) de la caméra permet soit d'assurer le suivi sur des étoiles guides très faibles (magnitude 8), soit de donner des images d'objets peu lumineux en des temps de pose très courts (par ex. 10s. pour la nébuleuse de la Lyre de magnitude 9.3 en utilisant un C8 ouvert à F/10).

La caméra ST4 de SBIG (Santa Barbara Instrument Group) a une matrice de 165 x 192 pixels. Elle est refroidie par effet Peltier. Elle est ici accompagnée de sa palette de commande.

8.2. La fonction de suivi

Cette fonction de la caméra CCD ne nécessite pas l'utilisation d'un ordinateur. Il suffit de disposer d'une alimentation pour l'élément Peltier et la palette de commande (batterie de 12V. ou prise sur l'allume-cigare de la voiture).

La monture de votre télescope doit bien entendu être équipée des deux moteurs en AD et en DEC. La caméra se chargera du suivi automatiquement, il ne vous sera donc plus nécessaire de poursuivre pendant de longues minutes, une minuscule étoile guide, à l'aide d'un oculaire réticulé.

Il existe différentes possibilités de montage de la caméra CCD. Si vous travaillez en parallèle, le foyer du télescope est libre, et vous pouvez y loger la caméra. Cependant, il faudra veiller à lui fournir une étoile guide pas trop lumineuse, afin de ne pas saturer les pixels, ce qui aurait pour effet de diminuer considérablement la précision de la poursuite.

Si vous travaillez en foyer principal, vous pouvez mettre la caméra sur le diviseur optique, en lieu et place de l'ocu-

laire réticulé. Dans ce cas le problème est inverse. Il s'agira de trouver une étoile suffisamment lumineuse pour que la caméra l'enregistre. En effet, le prisme du renvoi hors axe est de très petite surface, rendant la luminosité des étoiles guides disponibles très faible.

La meilleure solution consiste à utiliser une lunette guide placée en parallèle sur le télescope, et d'y brancher la caméra CCD. La précision du suivi sera nettement supérieure à celle obtenue à l'œil. Avec une lunette de 60mm, la caméra pourra intégrer une étoile guide de magnitude 8 en 1 seconde. La précision du suivi sera alors de (1 seconde d'arc.

Le principe de la fonction d'autoguidage est le suivant: la caméra enregistre la position sur la matrice de l'étoile sur laquelle elle effectuera le suivi. Si au cours du suivi, le pixel correspondant au maximum de la courbe de luminosité se déplace, le système commandera automatiquement aux moteurs en AD et en DEC les corrections nécessaires au recentrage de l'étoile guide sur le bon pixel. Suivant la précision voulue et la qualité de la mise en station, on pourra programmer des temps d'intégration plus ou moins longs.

La durée maximale de poursuite est de l'ordre de une heure à une heure et demie.

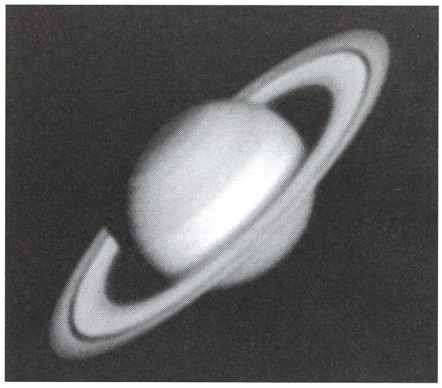
8.3. La fonction d'acquisition d'images

Pour de nombreuses raisons, cette fonction est très intéressante:

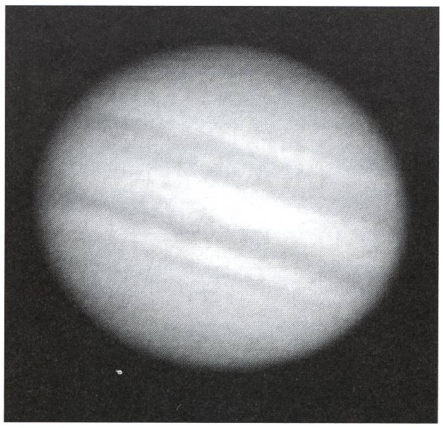
- La **grande sensibilité** de la caméra (environ 20'000 ISO) permet l'acquisition d'images d'objets très peu lumineux en des temps très courts.
- La **très bonne résolution**, liée au nombre et à la dimension des pixels. Elle est en constante amélioration.
- Le **bruit très faible** (de l'ordre de 10 électrons).
- La **grande linéarité** de la réponse jusqu'à des intensités relativement élevées.
- La **possibilité de compositage** d'images pour améliorer la résolution ou la luminosité.
- Le **stockage sous forme digitale** et la possibilité de retravailler les images.

Outre les réserves formulées en tête de chapitre, les inconvénients principaux restent:

- **le prix élevé** (caméra, alimentation, ordinateur portable, logiciels...).
- **le faible champ** interdisant les photos d'«ambiance» avec premier plan terrestre.
- **la haute technicité**, qui peut décourager certains utilisateurs.
- **les images en noir et blanc**. En effet, la caméra CCD compte tous les photons dont l'énergie dépasse le seuil photoélectrique. La réponse CCD est donc une image composée de pixels plus ou moins lumineux selon l'éclairement auquel ils ont été soumis, indépendamment de la fréquence de la lumière incidente. On peut cependant pallier cet inconvénient majeur en compositant trois clichés pris aux travers de filtres colorés additifs (Rouge, Vert, Bleu). Les temps très courts d'exposition ne rendent pas cette méthode trop fastidieuse.



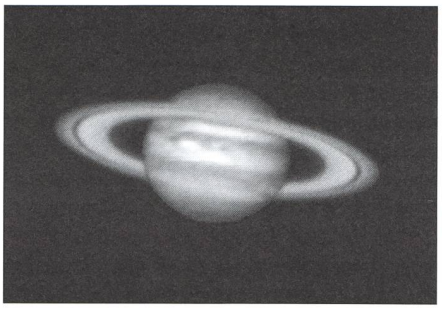
Compositage de 15 clichés CCD. Pose 0,5 s. Caméra Hi-Sis 22. Sur un télescope Meade de 300mm ouvert à F/44. THIERRY LEGAULT, in Ciel et Espace, octobre 1998.
A relever la remarquable résolution (la division de Cassini, visible sur toute sa longueur mesure 0,2" d'arc devant la planète).



Compositage de 6 poses CCD de 1,3 s. Caméra Starlight Xpress MX5. Télescope Zeiss Menisca de 150 mm ouvert à F/120. BRUNO DAVERSIN in Ciel et Espace, janvier 1999

8.4. Les caméras multifonctions

La majorité des caméras actuellement proposées dans le commerce sont dotées de deux matrices CCD séparées permettant leur utilisation simultanément en mode suivi et en mode acquisition d'images. Les prix sont bien entendu plus élevés, mais comme dans tout ce qui concerne les développements en électronique et en informatique, les performances augmentent de manière spectaculaire, et les prix baissent. Il ne faut donc pas se montrer trop impatient.



Jupiturne!!!
Prototype de la manipulation d'image, ici délibérée et avouée. Compositage du disque de Jupiter et des anneaux de Saturne. Image CCD de BASTIEN CONFINO. Observatoire FXB. St-Luc (VS)

Mais, rassurons-nous, la photographie classique n'a pas dit son dernier mot. Une émulsion photo est encore le moyen le plus économique de stocker l'information lumineuse, et c'est certainement la manière la plus commode de le faire sur le terrain. De plus, l'arrivée sur le marché de bons scanners de films va offrir un sursis à la photographie traditionnelle. La technicité n'est nécessaire qu'après l'acquisition de l'image, lorsqu'on est confortablement installé, au chaud, devant son ordinateur. Tout le contenu «esthétique», voire émotionnel de la photo («ambiance», constellations, ciel avec paysage en premier plan) est encore inaccessible à la caméra CCD (champ trop faible, difficulté de restituer les couleurs). Cependant, la situation commencera à changer lorsqu'on disposera de CCD travaillant comme un appareil photo avec une matrice de l'ordre de 4000 x 3000 pixels par exemple, le tout à un prix abordable. Les spécialistes pensent que, si ce n'est pas pour demain, ce sera pour après demain!!!

En conclusion, il faut se préparer à une évolution inévitable vers le numérique, qui relèguera bientôt les défenseurs du papier photographique au rang de fossiles. Ils s'y retrouveront en bonne compagnie avec les mélomanes nostalgiques qui jouent encore leurs vieux disques 33t. en vinyle et avec ceux qui continuent à préférer un livre à un logiciel. Mais ceci est une autre histoire...

DANIEL CEVEY
13, ch. du Tirage, CH-1299 Crans (VD)
(Fin...)