

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 74 (2016)
Heft: 397

Artikel: Souvent un astrophotographe qui s'ignore : le photographe chevronné
Autor: Willemin, Cédric / Rowell, Simon / Willemin, Michel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-897175>

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: 04.04.2026

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

Souvent un astrophotographe qui s'ignore

Le photographe chevronné

■ Cédric Willemin, Simon Rowell & Michel Willemin

Depuis la fin des années 90 et surtout dès le début de notre nouveau millénaire, la photographie numérique a progressé significativement, tant au niveau des capteurs, que de l'optique et du traitement d'images.

La technologie des capteurs permet des sensibilités inimaginables autrefois avec des niveaux de bruits bien maîtrisés, même à température ambiante. Il est clair que les boîtiers réflexes modernes permettent des temps d'exposition de plusieurs dizaines de secondes sans pour autant que le bruit ne devienne trop visible, même à des sensibilités de ISO 1000, voire plus.

De même, les optiques actuelles des grandes marques d'appareils numériques offrent des rapports d'ouverture de plus en plus impressionnants, surtout pour les gammes amateurs avancés ou semi-professionnelles, à des prix relativement accessibles. Une partie du traitement d'image est souvent déjà intégrée dans l'appareil avec des algorithmes de correction d'imperfections du capteur ou de l'optique. Le matériel photographique disponible actuellement permet la prise d'excellentes photographies, même dans des conditions d'éclairage difficiles. Avec des capteurs, dits plein format (36 x 24 mm), les optiques appropriées conduisent à une finesse d'image maîtrisée sur toute la surface photosensible.

Premières applications en astrophotographie

Un boîtier reflex numérique à grand format ou simplement à format APS-C (25.1 x 16.7 mm), muni d'un bon téléobjectif permet de réaliser de jolies photographies de notre satellite naturel (figure 1). Avec un doubleur de focale, pour autant que l'objectif de base soit de bonne qualité, encore plus de détails peuvent être obtenus.

L'astre du jour ne doit ni n'être observé visuellement, ni photographié sans filtre spécialement conçu, sous risques de dommages oculaires irréversibles ou simplement matériels. Actuellement, un vaste choix de solutions commerciales, sûres et avantageuses existe. La solution la plus classique reste le filtre couvrant l'ouverture complète, placé devant l'objectif. Pour des diamètres typiques de téléobjectifs, les prix restent très abordables. Il convient uniquement de prêter attention à la fixation du filtre sur l'objectif, car la protection doit résister à un coup de vent ou un déplacement brusque. La protection oculaire fiable lors d'observations solaires est tout simplement indispensable et il reste toujours recommandé de se renseigner sur le sujet.

Une bonne solution de filtre solaire, avantageuse et performante d'un point de vue qualité optique est le dépôt d'une fine couche de chrome sur un filtre UV de diamètre adapté. On choisit habituellement une épaisseur de couche conduisant à une atténuation lumineuse de cinq ordres de grandeur (densité 5). La couche de chrome peut être déposée par tout spécialiste des techniques d'évaporation sous vide, en prenant garde de démonter le filtre de son barillet au préalable.

Sur la figure 2, on obtient une résolution très proche de la résolution théorique de l'objectif. Selon la diffraction de FRAUNHOFER pour une ouverture circulaire, le pouvoir séparateur est donné par $R = 1.22 \cdot \lambda / D$, où λ correspond à la longueur d'onde (typiquement ~555 nm pour de la lumière blanche) et D étant le diamètre de l'instrument. Le pouvoir séparateur ou résolution R est

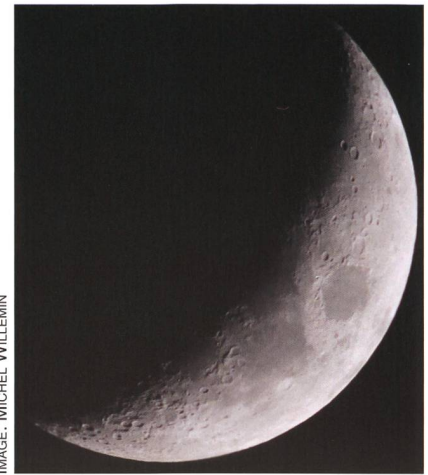


IMAGE: MICHEL WILLEMIN

Figure 1: La Lune, le 23 avril 2015 19:23 UTC. Canon EOS 60D, EF 400 mm f/5.6 L + Extender 2x. Exposition 1/320 s, f/13, ISO 1600.

calculé en radians. Pour l'objectif utilisé lors de cette prise de vue, le diamètre est de 72 mm. Au final, $R = 9.4 \cdot 10^{-6}$ rad = 1.9". Le disque correspondant à la Terre possède un diamètre apparent de 17.5". Sur la photographie originale, la résolution avoisine les 2", soit extrêmement proche de la résolution théorique de l'instrument.

Même qu'à priori des grands diamètres d'objectif livrent une résolution théorique meilleure, il est souvent préférable de se restreindre à des diamètres d'optique relativement petits, car la sensibilité aux effets de turbulence atmosphérique,

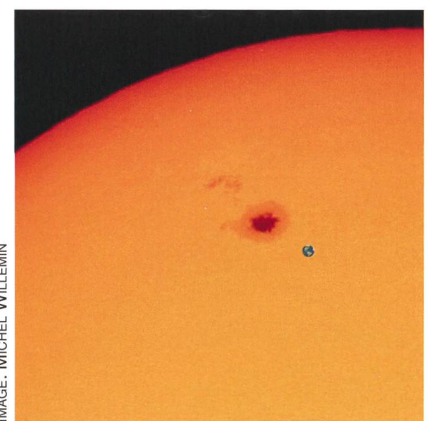


IMAGE: MICHEL WILLEMIN

Figure 2: Le Soleil, le 10 avril 2016 à 12:47 UTC. Canon EOS 100D, EF 400 mm f/5.6 L + Extender 2x. Exposition 1/125 s, f/20, ISO 100. A titre de comparatif de dimension, la Terre est dessinée à l'échelle et permet de rendre compte de la taille de taches solaires. L'assombrissement du disque solaire vers le bord est aussi bien visible, preuve de la présence de l'atmosphère solaire.

IMAGE: MICHEL WILLEMIN



Figure 3: Le téléobjectif Canon EF 400 mm f/5.6 L est équipé d'un adaptateur EOS EF Canon vers le coulant de 1¼" (31.75 mm). Cela permet l'installation d'oculaires pour une observation visuelle très agréable. Dans le cas présent, un oculaire orthoscopique de 18 mm fournit un grossissement de $400/18 = 22$ fois.

souvent bien présents lors d'observation solaire, se voit amoindrie. C'est la résolution effective qui compte au final. La résolution théorique de l'instrument est toujours plus facile à atteindre avec des petits diamètres.

Transformer son téléobjectif en lunette

Un téléobjectif est souvent conçu avec une optique élaborée optimisant la résolution et réduisant distorsion et aberrations pour un format de capteur important. Il n'est

et lunettes astronomiques de diamètre équivalent. Pour un téléobjectif, il est impératif de maîtriser le piquer d'image, l'absence de distorsion, les aberrations chromatiques, le vignettage, la planéité de la surface focale, sans quoi le verdict de prise d'image sur capteur plein format (36 x 24 mm) sera sans pitié et l'objectif démolé par les multiples bloqueurs sur les forums spécialisés.

Donc très souvent, le photographe amateur chevronné possède gratuitement déjà l'équivalent d'une très bonne lunette digne des systèmes apochromatiques, voire mieux, à

sur le marché en 1993, mais de qualité irréprochable et de technologie éprouvée. La masse du téléobjectif est aussi bien inférieure (1.25 kg contre 3 ou 4 kg pour de lunettes astronomiques similaires), rendant le système plus facilement transportable en cas d'excursion et moins sollicitant pour les trépieds et autres systèmes de fixation.

Certains commerçants et spécialistes en photo et astronomie, comme www.foto-zumstein.ch/ ou www.teleskop-express.de/shop/ proposent de simples accessoires bien pratiques. Par exemple, sur la figure 3, un adaptateur converti le dos de l'objectif Canon EF mâle en coulant de 1¼" (31.75 mm) femelle. Cette bague de conversion ne coûte que quelques dizaines de CHF et rend tout objectif Canon EF compatible avec tous les oculaires de 1¼". Avec le téléobjectif de 400 mm, un oculaire de 28 mm fournira un grossissement de 14 fois avec un pupille de sortie de 5 mm, ce qui est la combinaison idéale pour les chasseurs de comètes. Avec un oculaire de plus courte focale, comme un 5 mm, le grossissement résolvant pour même être atteint ou dépassé avec 80 fois. Cela constitue naturellement aussi une longue-vue de luxe. A noter aussi que la plupart des téléobjectifs sont directement équipés d'une bague pour fixation à un trépied photo, ce qui est très pratique. Pour de l'imagerie photographique, le téléobjectif ne sera évidemment pas équipé d'o-

IMAGE: MICHEL WILLEMIN

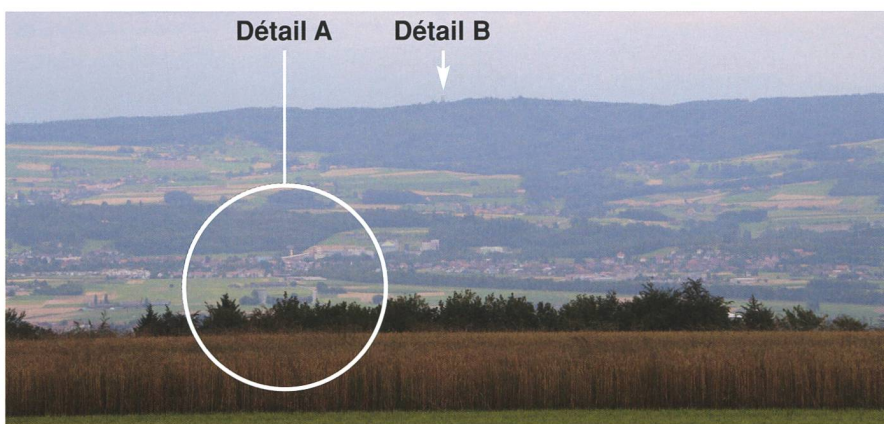


IMAGE: MICHEL WILLEMIN



Figure 4: Paysage de la région du Seeland avec Aarberg (BE), depuis le village de Prêles (BE). Canon EOS 100D, muni d'un téléobjectif classique de 135mm. Figure 5 (à droite): Même scène, détail A, observé au travers du système téléobjectif Canon EF 400mm f/5.6 L, muni d'un oculaire orthoscopique de 18mm. Photographie prise via Smartphone. Le champ est défini par celui l'oculaire.

pas rare qu'un téléobjectif soit composé de plus de 10 lentilles, disposées en plusieurs groupes. Cette optique est souvent bien meilleure que la plupart des télescopes

diamètre équivalent, que l'on trouve sur le marché. Souvent aussi, le téléobjectif est de prix inférieur, comme le Canon EF 400 mm f/5.6 L, car d'ancienne génération, introduit

culaire. Par contre, pour rendre compte de ce que l'observateur verra au travers d'un oculaire, un montage afocal est utilisé. Il s'agit de photographe au moyen d'un

Smartphone ou d'un autre appareil l'image virtuelle visible dans l'oculaire. Sans grande précaution, le système perd sa stabilité et permet uniquement de rendre compte de la puissance de l'objectif transformé en lunette, comme illustré par les figures 5 et 6.

Un montage afocal avec Smartphone non fixé mécaniquement ne permet pas de vérifier les limites effectives du système et de juger de la qualité optique effectivement atteinte, qui plus est sur une image de paysage à longue distance. Une expérience plus représentative et plus scientifique consiste à mesurer l'image de diffraction de l'objectif. L'exercice nécessite une installation dans un espace fermé, i. e. hors de toute turbulence. Une source de lumière quasiment ponctuelle est utilisée, diamètre de $30 \mu\text{m}$ positionnée à 8 m de l'objectif. La longueur d'onde de la source est de 640 nm.

Pour obtenir une image de diffraction bien visible, il est nécessaire de recourir à un fort grossissement. Dans le cas présent, un oculaire Televue Delos de 4.5 mm est monté sur le téléobjectif de 400 mm. L'image de diffraction est capturée via un Canon EOS 100D équipé d'un objectif EF 40 mm f/2.8, via montage afocal, fixé solidement.

On constate que l'image de diffraction obtenue sur la figure 7 est assez exceptionnelle et rare à observer avec des cercles aussi bien concentriques et non déformés (ellipses et/ou segmentation). L'image est légèrement plus intense sur le bas, mais l'origine de cette asymétrie n'a pu être identifiée et est vraisemblablement intrinsèque à l'objectif. Le positionnement des minima d'intensité sur la figure d'interférence est déterminé expérimentalement à $r_1 = 2.3''$, $r_2 = 4.4''$ et $r_3 = 6.7''$. Le calcul théorique basé sur la diffraction de FRAUNHOFER donne $r_1 = 1.22 \cdot \lambda/D$ pour le premier minimum et les suivants sont déterminés par les zéros de la fonction de BESSEL du premier ordre. En conclusion, les valeurs théoriques suivantes se calculent pour cet instrument de 72 mm de diamètre travaillant à la longueur d'onde de 640 nm : $r_1 = 2.2''$, $r_2 = 4.1''$ et $r_3 = 6.0''$, correspondant très bien à l'expérimental.

En usage visuel avec un oculaire de qualité raisonnable, le téléobjectif offre une qualité d'image très raisonnable avec un champ apparent déterminé par l'oculaire. En mode



IMAGE: MICHEL WILLEMIN

Figure 6: Même scène, détail B, observé au travers du système téléobjectif Canon EF 400mm f/5.6 L, muni d'un oculaire orthoscopique de 18mm. Photographie prise via Smartphone avec zoom numérique activé. Distance de la tour : 17.2 km.

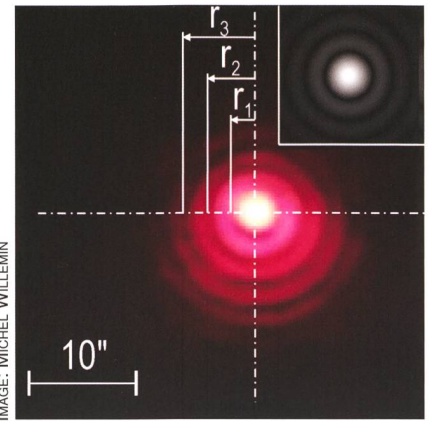


IMAGE: MICHEL WILLEMIN

Figure 7: Image de diffraction du téléobjectif Canon EF 400 mm f/5.6 L. Les minimaux, positions d'interférences destructives sont mesurés à $r_1 = 2.3''$, $r_2 = 4.4''$ et $r_3 = 6.7''$. Généralement, c'est $r_1 = 1.22 \cdot \lambda/D$, qui donne le pouvoir séparateur de l'instrument. L'insertion en haut à droite illustre une image de diffraction théorique.

photographique, les téléobjectifs offrent des résultats de piqué d'image optimisés même pour des capteurs plein format (36 x 24 mm). Contrairement à l'utilisation de lunettes achromatiques ou apochromatiques, aucun correcteur de champ n'est requis dans ce cas pour capturer des images sur un capteur plan. La conversion d'un téléobjectif en lunette astronomique ou en longue-

tats, avec une qualité optique correspondant à un instrument astronomique à diamètre équivalent de haut de gamme tout en restant facilement transportable. Pour les excursions et les voyages, cette solution méconnue est idéale.

■ **Dr. Michel Willemin**
Chemin des Alouettes 6
CH-2515 Prêles



IMAGE: MICHEL WILLEMIN



IMAGE: MICHEL WILLEMIN



IMAGE: MICHEL WILLEMIN