

522.61

## LA PHOTOGRAPHIE STELLAIRE D'AMATEUR.

Les renseignements qui vont suivre, assemblés par un amateur pour les amateurs, ont été soigneusement éprouvés par plusieurs années de pratique. Ils n'ont pas la prétention de constituer un cours de photographie stellaire. Ils permettront simplement aux débutants d'éviter des tâtonnements infructueux; certains amateurs plus routinés y trouveront peut-être un détail de perfectionnement. La place nous étant limitée, nous donnerons d'une façon aussi concise que possible les moyens les plus pratiques et les plus simples afin d'obtenir, avec de petits instruments et une installation plus ou moins rudimentaire, de bonnes épreuves d'étoiles, d'amas ouverts, de nébuleuses et comètes; nous laisserons aux grands observatoires, dotés de puissants moyens, la photographie des planètes.

Lorsqu'on désire photographier des astres, il faut posséder : une lunette astronomique d'un diamètre de 40 à 80 mm. ou plus, dont l'optique ne doit pas être absolument parfaite; une chambre noire munie d'un objectif photographique aussi lumineux que possible, et un mouvement équatorial simple ou perfectionné.

Nous partons de la supposition que l'amateur qui s'attaque à cette branche de l'astronomie connaît les principes généraux de la photographie, et quelques manipulations du laboratoire photographique.

### Objectifs photographiques et chambre noire.

Tout appareil photographique rigide, à objectif lumineux peut convenir. Les petits formats actuels sont parfaits pour photographier de grands champs, des constellations entières, des portions de la Voie Lactée. Cependant leur court foyer (50 à 60 mm.) ne leur donne qu'une médiocre définition, et leur échelle est trop petite pour avoir des détails bien visibles. Pour améliorer ceci, il faut un objectif à plus long foyer, de 210 à 400 mm., ce dernier chiffre étant un maximum pour nos petits instruments guidés à la main. Les anciens objectifs à portrait, Petzval ou dérivés, très lumineux (F 4 à F 5.5) sont parfaits pour les nébuleuses ou comètes. Ils ont cependant un champ courbe, et leur définition n'est bonne qu'au centre. Ils couvrent un champ d'environ 5°. Les objectifs de projection du même type sont à déconseiller, car ils ont en général un foyer mou, ne permettant pas une mise au point parfaite. Les objectifs anastigmats, genre Zeiss Tessar, Saphir Boyer-Stellor, Berthiot, d'une ouverture de f 3.5 à f 4.5 ou f 5.6 à f 6.3 sont très lumineux, et couvrent facilement 15 à 20 degrés nettement. Plus leur diamètre sera grand, mieux cela vaudra. Pour nos petits instruments on pourra se limiter à un diamètre d'objectif de 30 à 60 mm., vu le prix assez élevé.

On pourra monter, si on le préfère, ces objectifs sur une chambre noire spécialement fabriquée en métal léger ou en triplex, en prenant soin de construire celle-ci bien d'équerre, et de taille adéquate à la distance focale de l'objectif ainsi qu'au format de la plaque. Si cet objectif est monté sur une monture héliocoidale, il sera d'autant plus facile de faire la mise au point définitive, qui devra être extrêmement précise. Si par contre l'objectif est vissé sur une bague, fixée elle-même sur la chambre noire, les dimensions de celle-ci devront être aussi approchées que possible de la distance focale de l'objectif, car la mise au point ne pourra être opérée que par rotation de l'objectif, dans les quelques filets de vis dont sa base est munie. Il y aura lieu de marquer sur cette base et sur l'objectif un trait de repère blanc, bien visible, l'objectif étant vissé à fond.

Le fond opposé de la chambre noire sera muni d'une rainure pour recevoir les châssis-plaques. Ces rainures seront garnies d'une bande de velours noir, collée à la colle cellulosique. Un morceau de ressort plat (de réveil par ex.) percé d'un trou et fixé à un côté de la rainure gauche, sera maintenu à la rainure droite par un ergot. La pression de cette lame de ressort, légèrement bombée, maintiendra fermement le châssis porte-plaque contre la chambre noire (fig. 1). Cette condition est indispensable.

Pour des raisons pratiques et budgétaires, il ne faudra pas dépasser le format  $9 \times 12$ .

Il faudra avoir soin, lors de la construction de la chambre noire, que le châssis soit bien perpendiculaire à l'axe optique de l'objectif. Nous pouvons vérifier cette perpendicularité de la façon suivante : mettre au point le plus exactement possible; faire une pose guidée de quelques minutes sur une constellation; par exemple, Corona Borealis, ou les Pléiades. La figure 2 indique tout de suite les défauts de perpendicularité, par l'apparence des étoiles (1).

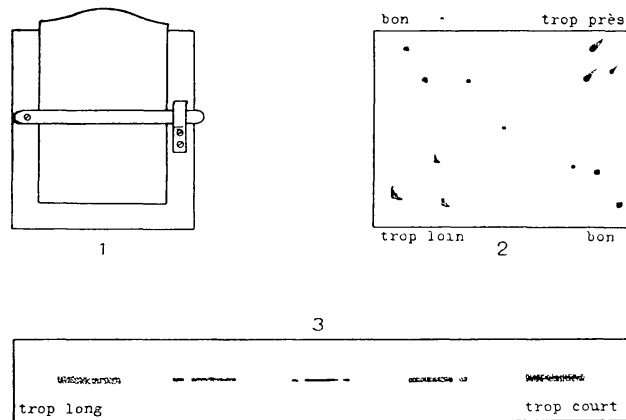


FIG. 1. — Fixation du châssis. FIG. 2. — Aspect des défauts de perpendicularité.  
FIG. 3. — Aspect des défauts de mise au point.

### Mise au foyer de la plaque sans guidage.

Comme la mise au point sur l'infini sera faite une fois pour toutes, on l'obtient de la façon suivante :

On utilisera un verre dépoli douci à la vaseline, muni en son centre d'un verre bleu de la grandeur d'un timbre poste, collé au baume sur le côté non maté du dépoli; viser alors, en plein jour, un objet éloigné, et mettre au point en s'aidant d'une bonne loupe. Faire une marque de repère sur l'objectif et sa base. Puis le soir, photographier une étoile de 2<sup>me</sup> grandeur vers l'équateur, en laissant l'appareil immobile. Poser une ou deux minutes. A cause du déplacement apparent du ciel, l'astre formera sur la plaque un petit trait. Fermer l'objectif. Modifier la mise au point d'une très petite quantité, d'autant plus petite que le foyer est plus court. Après avoir tracé un nouveau trait de repère, exposer à nouveau, et ainsi de suite. En opérant ainsi un certain nombre de fois, on aura sur la plaque, après développement, un tracé analogue à la fig. 3 dans lequel un certain trait est plus net que les autres. C'est celui de la mise au point exacte. Si deux traits avaient le même aspect, le point serait entre les deux. Pour faciliter la reconnaissance des traits photographiés, on pourra partir pour la première pose d'une lettre Morse (. — = a) par

(1) GRAMATSKI. Der Hilfsbuch der Astronomischen Photographie.

ex.) ou faire de sorte que cette pose soit différente des autres : plus longue, ou plus courte, ou interrompue. Le point trouvé, y bloquer l'objectif (2).

La chambre noire sera montée rigidement, sur la lunette-guide ou à côté d'elle, de manière que son axe optique soit parallèle à celui de cette dernière (fig. 4). Elle sera munie d'un volet obturateur à tringle ou à fils. Il est recommandable de fixer la chambre noire à la lunette, de telle façon que deux de ses côtés soient parallèles à l'axe de déclinaison. Pour une plaque  $9 \times 12$  par ex., les côtés les plus larges seront parallèles à l'axe de déclinaison, de manière que les photos soient prises dans le sens de la longueur de la plaque. Il faudra munir l'objectif photo d'un pare-buée ne coupant pas le champ, garni d'un buvard noir sur sa périphérie intérieure.

### Lunette-guide.

Elle doit avoir une distance focale au moins égale à la distance focale la plus grande des objectifs employés pour la photo. Il vaut mieux qu'elle soit plus grande. L'objectif de cette lunette doit avoir un diamètre au moins égal à la moitié de celui de l'objectif le plus grand employé pour la photo. Son oculaire ( $50 \times$  à  $60 \times$  minima), coudé de préférence, sera muni d'un réticule en croix éclairé par une petite lampe de 4,5 V. placée hors du champ de celui-ci (fig. 5). Cette lampe peut aussi être montée sur le pare-buée de l'objectif guide, (fig. 5bis), qui sera alors muni d'un papier blanc sur la moitié de sa périphérie intérieure opposée à la lampe. Celle-ci, aussi bien que la lampe de l'oculaire, pourra être réglée par un rhéostat de TSF. L'éclairage par l'oculaire donnera des fils éclairés sur fond noir, tandis que celui de l'objectif donnera des fils noirs sur fond éclairé (3). Cet éclairage n'est pas absolument nécessaire, mais il facilite beaucoup le guidage. Les fils des réticules peuvent être formés de très minces fils de verre (les aigrettes en fils de verre de certains accessoires de cotillon sont parfaites) ou bien de filaments droits d'anciennes lampes électriques. Les cheveux ne conviennent pas à cause de leur hygrométrie, et les fils d'araignée sont trop fragiles.

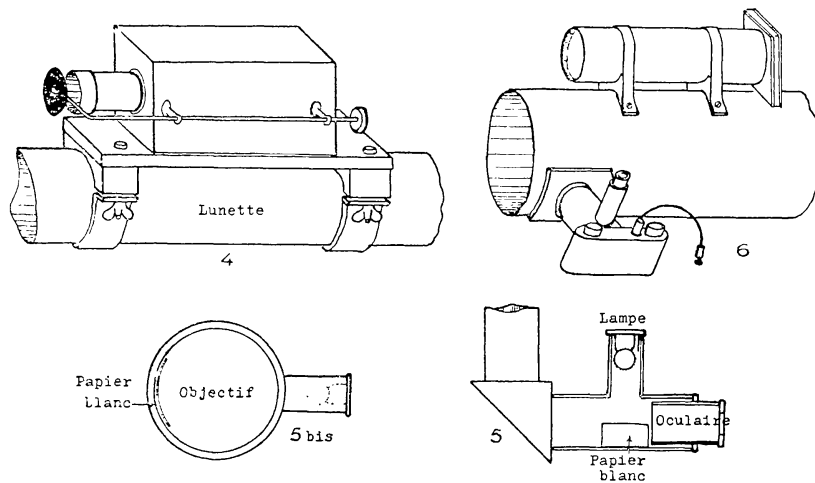


FIG. 4. — Montage de la chambre noire sur une lunette.

FIG. 5 et 5bis. — Eclairage du réticule.

FIG. 6. — Montage de l'appareil sur un télescope.

(2) RUDAUX. Comment photographier les astres.

(3) SAF, bull. mens. fév. 44.

**Télescopes.** Il est très facile de monter les appareils de photo sur les télescopes, comme l'indique la fig. 6, qui montre un gros appareil de photo monté sur le tube principal, et une chambre noire genre Leica, avec oculaire-guide de contrôle permettant l'usage simultané des deux appareils.

### Monture équatoriale astrophotographique.

Comme il faut un temps de pose assez long (30, 60, 90 minutes et plus) il est nécessaire de guider. Pour avoir des images nettes, il faut un équatorial, dont l'axe horaire soit incliné à la latitude du lieu et placé dans le méridien; de plus, un système de mouvements lents en A.R. et en D, afin de donner à la lunette-guide et à l'appareil photo, un mouvement répondant à celui de l'astre à photographier.

Le mouvement équatorial proprement dit est assez connu pour ne pas nécessiter de plus amples détails. Le coûteux mouvement lent classique, par roue dentée creuse et vis tangente, peut être remplacé à bon compte, par une combinaison que nous avons réalisée comme suit.

Scier à 5 cm de la queue une bielle d'auto qui devra avoir un diamètre intérieur à peine supérieur à celui de l'axe horaire. Fixer solidement cette queue sciée dans une tringle creuse carrée, d'env. 12/15 cm. de long et de section appropriée. Une seconde tringle creuse carrée de 8 à 10 cm. de long, pourra coulisser à frottement pas trop doux, dans la première sur une longueur de 4 à 5 cm. A l'autre bout de cette deuxième tringle, on aura soudé ou boulonné solidement, deux plaquettes de fer, percée de trous filetés de 3.5 mm. dans lesquels viendront se visser à frottement assez dur, deux petites vis de cuivre munies d'un contre-écrou; les pointes de ces vis s'engageront dans deux excavations diamétralement opposées, d'env. 2 mm. de profondeur, forées sur deux des tranches d'un écrou carré de format approprié. Cet écrou pourra donc osciller entre les deux vis de

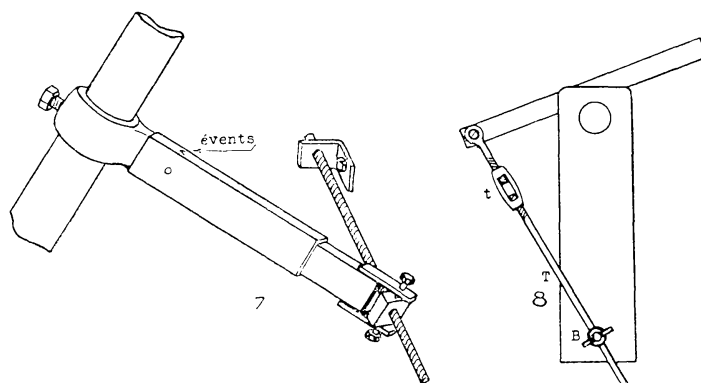


FIG. 7. — Commande du mouvement en ascension droite.

FIG. 8. — Commande du mouvement en déclinaison.

cuiivre. A travers le trou central de l'écrou passera une tige filetée du commerce, de 10 mm. de diamètre et 25 cm. de long, amincie au tour, aux deux extrémités, au diamètre de 4 ou 5 mm. Ces extrémités seront passées dans 2 petites équerres percées, faisant office de paliers, fixées elles-mêmes au socle de l'équatorial. On pourra y adapter, soit une tige à poignée munie d'un petit raccord à cardan, soit un flexible à poignée, genre transmission de compteur de vitesse d'auto ou de camion. On devra pouvoir fixer le raccord ou le flexible à l'une ou l'autre des extrémités de la tige filetée, qui devra être bien graissée à la vaseline, pour obtenir un mouvement très doux et sans heurts (fig. 7). Avec une tige filetée de 25 cm. de long on pourra suivre une étoile équatoriale pendant

plus de deux heures. La rotation de cette tige filetée imprimera à l'axe horaire un mouvement d'autant plus lent que le pas de vis de la tige filetée sera plus fin, et que les tiges coulissantes seront plus longues. La queue de la bielle sera calée sur l'axe horaire par un vis à tête large, pouvant facilement être serrée ou desserrée, de façon à permettre à volonté le mouvement lent ou rapide en A.R.

Ce mouvement lent n'étant pas proportionnel, à la rotation de la commande, à cause de la longueur variable de la bielle, il ne permet pas le guidage par mouvement d'horlogerie; le guidage à la main apportera durant toute la pose les corrections nécessaires.

En déclinaison, le mouvement rapide ou lent (applicable à une monture à fourche par ex.) peut être très simplement réalisé au moyen d'une tige T en cuivre ou fer, de longueur convenable, et de diamètre approprié, passant dans une borne B munie d'une vis de serrage à tête large, fixée à la fourche. La tige T est coupée par un tendeur t à pas inversés; son extrémité est fixée, par une vis à tête conique, à la tablette qui porte la lunette et l'appareil photo. La rotation du tendeur fera monter ou descendre, d'une petite fraction, la tablette portant les appareils, ce qui permet la correction lente en déclinaison, lorsque la borne B est serrée. En desserrant cette dernière, on obtient le mouvement rapide en déclinaison (fig. 8).

#### Mise en station de l'Astrographe. (4)

Placer l'appareil sur un plan parfaitement de niveau et bien stable. Déterminer à la boussole la ligne N-S du méridien, d'une façon approchée. Puis orienter l'axe horaire d'une façon plus précise en visant l'étoile polaire à un de ses passages supérieurs ou inférieurs. Munir la lunette guide de deux fils à plomb passant au centre de l'objectif et au centre de l'oculaire. Attendre la fin du balancement de ces fils, et joindre par un trait les deux points où ils reçoivent le sol. Si on ne peut viser le pôle, le soleil viendra à notre secours lors de son passage au méridien. Répéter ces opérations plusieurs fois pour avoir une moyenne exacte.

Pour l'installation définitive, on procédera à une double opération consistant à placer l'axe horaire dans le plan du méridien, et à l'incliner d'un angle tel qu'il pointe juste vers le Pôle.

Pour le premier point, l'instrument étant placé dans une position très approchée par les procédés indiqués, viser une étoile proche du Zénith sans toucher à la déclinaison durant l'observation. Amener cette étoile juste sous la croisée des fils du réticule. En guidant, exclusivement en ascension droite, si l'étoile quitte la croisée, et semble aller *au dessus* de celle-ci déplacer très légèrement l'axe-horaire au moyen des vis de rappels du pied, de l'est vers l'ouest; si l'étoile semble aller *en dessous* de la croisée, agir inversement. L'opération sera bien conduite si l'étoile reste vingt minutes sous la croisée des fils.

La deuxième opération, consistant à incliner l'axe horaire de la quantité voulue se fait comme suit :

Observer une étoile voisine du Pôle, à 6 heures d'un passage au méridien, soit à l'est ou à l'ouest. Suivre l'étoile à la croisée. Si elle paraît dans le champ s'éloigner vers l'ouest, relever l'axe horaire très légèrement; l'abaisser si l'étoile s'écarte vers l'est, et ce au moyen de vis de rappel de la base du pied de l'appareil. En 3 ou 4 heures ces deux opérations peuvent être parfaitement établies. En cas d'emploi d'un équatorial amovible, repérer soigneusement l'emplacement des 3 vis de rappel de la base, sur la tablette ou la base fixe supportant l'équatorial. Il est bon d'y percer 3 trous, dans lesquels ces 3 vis de base viendront se loger (5).

(4) J. PLASMAN. Hevelius.

(5) PLASMAN. Handbuch für Freunde der Astronomie und kosmischen Physik.



### Photographie des astres.

Tout étant bien réglé, le moment est venu de photographier. Chaudement vêtu, l'observatoire éclairé à la lumière rouge, mettre le châssis porte-plaque chargé dans l'appareil photo. S'installer commodément sur un siège *ad hoc*, ou sur une échelle avec siège mobile. Ouvrir le châssis porte-plaque, obturateur fermé.

Pointer l'étoile-guide choisie, la mettre un peu hors foyer de la lunette guide, de façon à obtenir un petit cercle lumineux, exactement bissecté par la croisée du réticule. Régler éventuellement l'éclairage de celui-ci au moyen du rhéostat. Commencer à guider, l'étoile restant bien au centre du réticule, qu'elle ne devra plus quitter durant toute la pose; pendant que vous guidez avec une main, ouvrez rapidement, sans heurts, l'obturateur. Vous en avez maintenant pour une demi-heure ou plus. Corrigez instantanément tout décalage, tant en AR qu'en D.

Prendre soin de ne pas heurter l'appareil ni l'oculaire. La pose terminée, fermez rapidement l'obturateur sans cesser de guider. Fermez le volet du châssis porte-plaque et retirez-le. Si vous en avez plusieurs, numérotez-les visiblement. Il est bon, afin d'orienter la plaque, de cesser le guidage à la fin de la pose pendant une minute. Les étoiles brillantes traceront alors un petit trait donnant le sens du mouvement diurne, et ipso facto l'orientation du cliché E.W. Cette méthode facilite de beaucoup le repérage par rapport à la carte céleste, dans les constellations pauvres en étoiles brillantes.

Notez, dans un cahier réservé à cet effet, toutes les indications nécessaires : instrument; date et heure (commencement et fin de pose); constellation; étoile guide; AR et D de la région photographiée (au centre), et donnez un numéro au cliché.

Conservez votre collection de clichés originaux, émulsion contre émulsion et classés par AR, dans un endroit sec, en boîtes fermées. Comme ce sont des documents précieux manipulez-les avec soin, surtout si on les emploie pour des mesures des repérages et des agrandissements. Il est parfois bon d'en prendre des contre-types, ou d'en imprimer quelques épreuves sur papier.

**Photos de comètes.** Comme ces astres se déplacent parfois rapidement, à cause de leur mouvement propre, il est nécessaire de les suivre parfaitement. On place la tête de la comète, ou le noyau si elle en a un, derrière la croisée des fils, et on corrige *constamment* en AR et en D. Les étoiles fixes forment alors de petits traits indiquant le sens du mouvement diurne de l'astre.

### Développement du cliché.

Employez des bains extra-propres et neufs autant que possible, à la température de 17/18° C. Employez les révélateurs les plus adéquats à la sorte d'émulsion choisie. La plupart du temps, en chambre noire, on ne verra rien sur la plaque durant la durée du développement. Ce n'est que lorsqu'on aura fixé à fond, et parfaitement rincé la plaque, qu'en lumière blanche, on pourra se rendre compte par transparence et au moyen d'une loupe, si l'épreuve est réussie, ou non. Faire sécher rapidement la plaque dans une atmosphère sèche non poussiéreuse.

### Durée de pose.

Les intensités lumineuses variant d'une façon considérable en astrophotographie, il n'est pas possible de donner une indication précise et formelle. Les facteurs : sensibilité de l'émulsion, transparence de l'atmosphère, ouverture de l'objectif etc., jouent un rôle important. Le Bulletin mensuel S.A.F. de Mars et Nov./Déc. 1944 donne in extenso toute la théorie, avec formules, du temps de pose. En principe et

d'après notre propre expérience, avec une émulsion extra-sensible, telle la Super-Fulgur Guillemot vendue en France, et un objectif ouvert à F. 4.5 on obtient des étoiles de la 12<sup>me</sup> m. en environ une heure; la nébuleuse d'Andromède en 1 h. 30 avec beaucoup de détails.

Comme nous guidons à la main, on pourra difficilement dépasser trois heures en une soirée, et ceci est un maximum.

Afin de se faire une idée de la magnitude que l'on peut atteindre avec un temps de pose et une émulsion donnés, il est conseillable de faire un essai sur la Séquence Polaire, ou les Pléiades, dont les magnitudes ont été déterminées d'une façon très précise visuellement et photographiquement. Le Bulletin S.A.F. de Décembre 1943 donne une reproduction des magnitudes photographiques, d'étoiles E et W des Pléiades avec une liste de séquences de cette région.

### Renforcement de l'épreuve par contraste.

Même avec des poses de une ou deux heures, l'amateur, en examinant son cliché, sera peut-être désillusionné de voir le peu d'intensité d'une image correctement développée. Il pourra fortement améliorer cette densité, en la contrastant par un renforcement par contact, bien préférable au renforcement chimique; ce dernier est toujours dangereux pour une épreuve originale, qui a coûté de longs moments de pose par des températures parfois sibériennes.

Le procédé est le suivant :

Mettre le cliché original dans un châssis-presse, émulsion tournée vers le volet de fermeture du châssis. Mettre en contact, émulsion contre émulsion, une plaque positive lente. Exposez 1 ou 2 secondes à la lumière *réfléchie* d'une lampe 25 watts, à trois mètres d'un mur ou d'un écran blanc mat. Au développement dans un bain lent à grain fin, à une température de 18° C, on obtiendra une image positive inversée. La technique du développement doit tenir compte de la montée de l'image dans le bain. Refaire la même opération avec une nouvelle plaque positive, placée de la même façon contre l'épreuve positive première obtenue, après séchage de celle-ci bien entendu. On verra l'image négative cette fois, monter en intensité. Si on la désire continuer, on pourra répéter cette opération, jusqu'à obtention d'une image négative très dense, qui pourra servir à l'impression sur papier ou pour agrandissement. Il n'est en général pas nécessaire de dépasser 3 renforcements par contact. Pour les nébuleuses, des détails, insoupçonnés sur l'épreuve originale, sont ainsi mis en évidence, de même que pour les comètes. Cependant le grain augmente en proportion du renforcement de même que les défauts de l'émulsion. Il faut donc s'arrêter à temps. Fixer naturellement à fond dans un bain acide et laver à l'eau courante. Terminez par un bain d'eau distillée. Les émulsions positives étant très fragiles, les manipuler avec précaution, même à l'état sec.

### Echelle des clichés.

Afin de faciliter l'identification des étoiles sur les clichés obtenus, il est bon de choisir une distance focale de l'objectif photographique correspondant à l'échelle de la carte stellaire employée, ou bien l'agrandir par après à cette échelle.

Nous donnons ci-dessous l'échelle de trois atlas stellaires, à la zone de l'Equateur :

Bayer Graff (Hamburg)	1° = 10 mm.	correspondant à	F = 57 cm.
Norton, Star Atlas	1° = 4 mm.	»	» F = 21 cm.
Klein, Sternen Atlas	1° = 4.1 mm	»	» F = 21/22 cm.