



Un porte-oculaire à crémaillère pour le *Baumarkt-Teleskop* AstroMedia

Contexte

A l'occasion du 400ème anniversaire des premières observations à la lunette astronomique par Galilée, l'UNESCO déclara l'année 2009 „Année Mondiale de l'Astronomie“ et chargea l'Union Astronomique Internationale (IAU) de coordonner le projet [Galileoscope](http://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau0906/)¹. Il s'agissait de faire produire pour un prix modique, une lunette aux capacités comparables à celle de Galilée afin de rendre l'observation des objets célestes accessible au plus grand nombre. En Allemagne, [AstroMedia](https://astromedia.de/)² releva le défi et mit sur le marché pour le prix d'un CD le [Baumarkt-Teleskop](http://www.astroshop.de/fr/kits/astromedia-editions-sunwatch-kit-telescope-avec-liste-de-pieces-detachees/p,15052)³, un kit de lentilles de haute qualité à compléter avec quelques éléments basiques de magasin de bricolage.

Les qualités optiques de l'instrument sont surprenantes mais son utilisation est rendue difficile par la difficulté de mise au point précise qui se révèle dès les premières observations. En effet, sur les lunettes astronomiques, l'obtention d'une image nette dépend d'une variation de distance de l'ordre du millimètre entre les deux éléments principaux : l'objectif et l'oculaire. Or le tube d'oculaire du Baumarkt-Teleskop est constitué d'un manchon PVC et de son joint d'étanchéité qui coulisent très difficilement le long du tube principal.

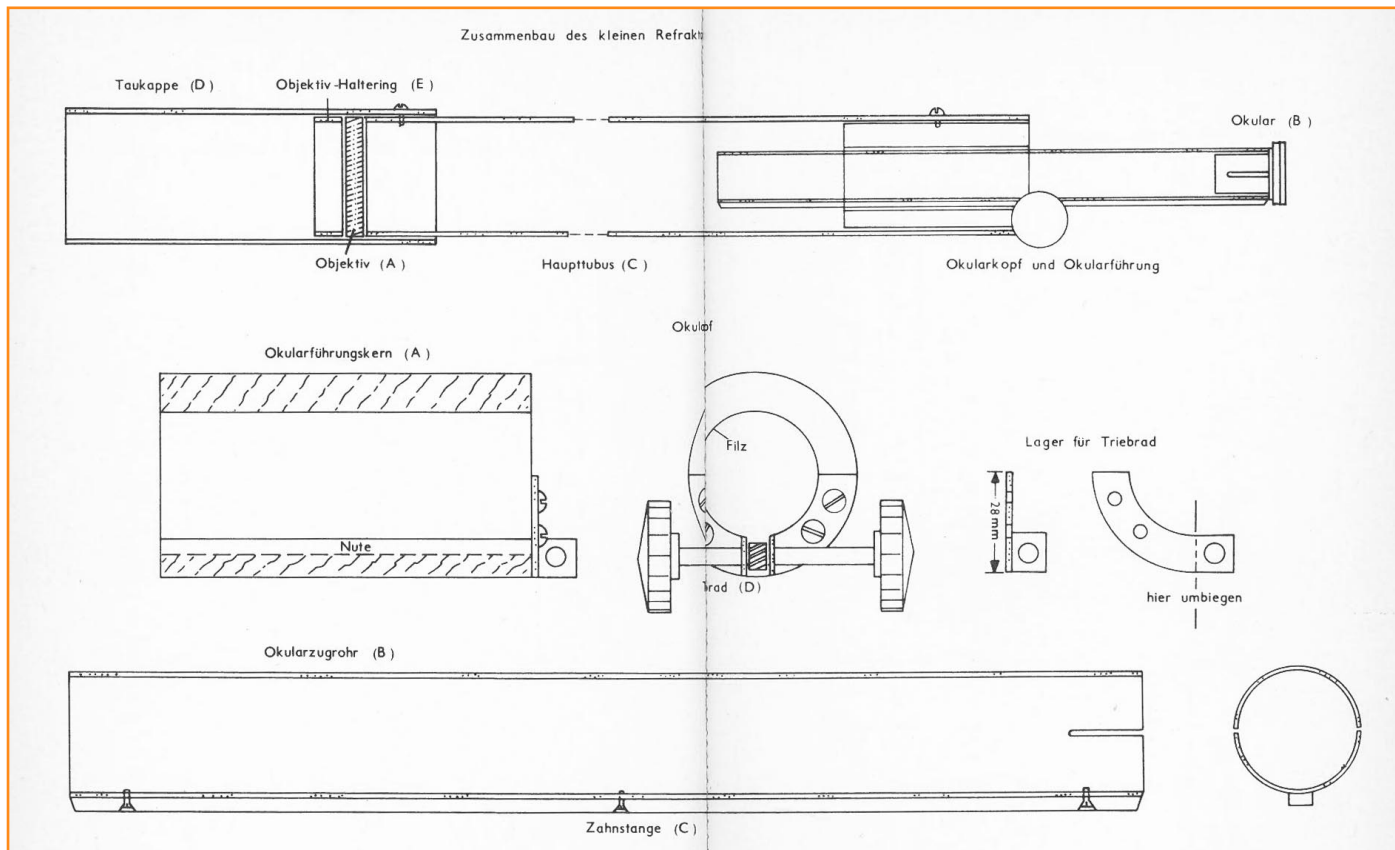
1 www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau0906/

2 <https://astromedia.de/>

3 www.astroshop.de/fr/kits/astromedia-editions-sunwatch-kit-telescope-avec-liste-de-pieces-detachees/p,15052

Projet

Le présent projet se propose donc d'adapter au Baumarkt-Teleskop un système de mise au point à crémaillère équivalent à celui des lunettes d'amateurs standard dont le principe, illustré ci-dessous, est relativement simple: l'oculaire (B, haut) s'insère à l'extrémité d'un tube d'oculaire (B, bas) qui, grâce à sa crémaillère (C, bas), coulisse sous l'action d'un système d'engrenage (D, milieu) dans son bloc-guide (A, milieu) et par la même dans le tube principal (C, haut).



Oberndorfer, Hans, „Fernrohr-Selbstbau, Fenster ins Weltall“, Sterne und Weltraum, München, 1985, pp. 108-109

Pour ce faire, certaines pièces du kit d'origine sont substituées par trois éléments imprimés en 3D, une gaine électrique modifiée ainsi qu'un jeu de pièces LEGO® Technic.

La modification que nous proposons s'insère du côté de l'oculaire, en remplacement de quelques éléments prévus dans le kit d'origine, et se compose des pièces suivantes:

- 1 bloc-guide pour tube d'oculaire (réalisation sur mesure en impression 3D)
- 1 tube d'oculaire (adaptation d'une gaine rigide pour câble électrique dit tube IRL)
- 1 enveloppe pour les deux lentilles composant l'oculaire (réalisation sur mesure en impression 3D)
- 1 jeu d'engrenages (ensemble de pièces LEGO® Technic)

Réalisation

Notez bien que la présente notice ne remplace pas celle du kit original AstroMedia (disponible [ici](#)), sur laquelle vous trouverez une brève introduction historique, une liste des outils nécessaires ainsi que les instructions pour monter l'objectif. (Sur les plus récentes versions du kit, une traduction en anglais est disponible en plus de la version allemande). Nous ne détaillons donc ici que la fabrication de notre porte-oculaire modifié. Pour celui-ci, la plus grosse partie du travail consiste en fait à préparer et rassembler les éléments nécessaires (comptez environ 5 à 8 heures pour la seule impression des pièces 3D). Ensuite, le montage est très plaisant et relativement rapide.

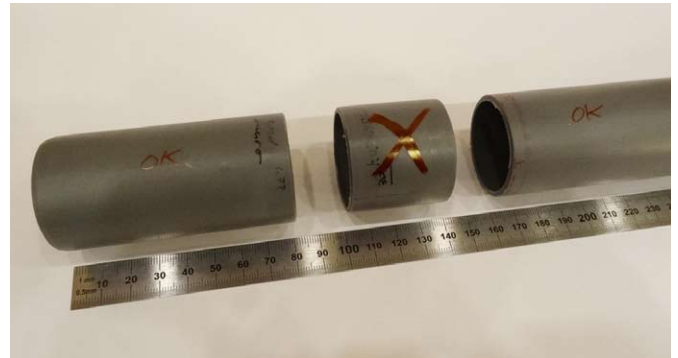
Matériel

- Un [kit Baumarkt-Teleskop](#) AstroMedia;
- Le tube d'évacuation PVC type Marley⁴ de 40mm de diamètre et 500mm de long avec manchon intégré prévu en complément du kit et listé dans la notice Astromédia. Les deux autres éléments PVC (manchon et bouchon) ne sont pas nécessaires;
- Une gaine électrique (tube IRL) de 25 mm de diamètre (on n'utilisera que l'extrémité élargie);
- Le bloc-guide pour tube d'oculaire à imprimer en 3D (fichier STL disponible [ici](#))
- L'enveloppe pour lentilles d'oculaire constitué de deux parties à imprimer en 3D (fichier STL disponibles [ici](#) pour la partie avant et [ici](#) pour la partie arrière)
- Un jeu de pièces LEGO® Technic dont la notice de montage et la liste des éléments sont disponibles au format PDF dans la phase 5 de la procédure ci-dessous. Sur internet vous pouvez vous procurer les pièces soit directement chez LEGO® grâce au service „[Pick a Brick](#)“, soit sur le réseau international [Bricklink](#).

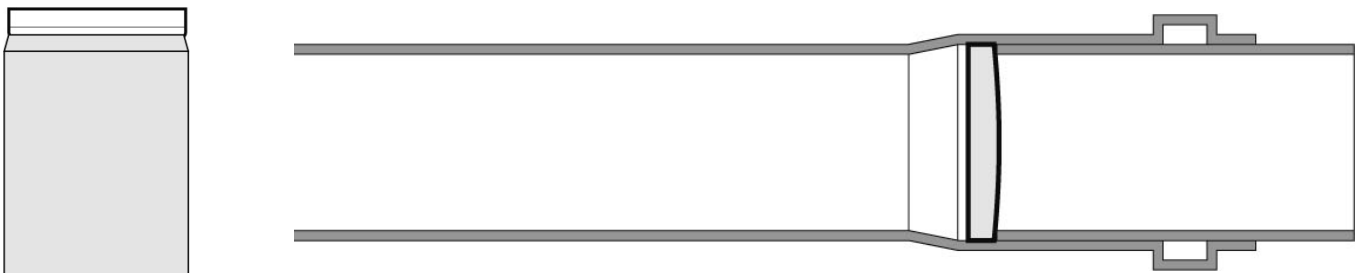
Procédure

1/ Raccourcir le tube principal (tuyau PCV) de 80 mm à partir du coté sans manchon. Raccourcir à nouveau le même coté du tube de 40 mm. Un coupe-tube est idéal mais une scie à métaux et du papier de verre pour la finition font également l'affaire. Les deux plus longues pièces obtenues seront utiles, pas la plus courte. Cette étape remplace l'étape A1 de la notice d'origine car nous avons besoin d'un tube légèrement plus court que l'original.

Il est conseillé de peindre l'intérieur du tube en noir mat ou bien d'y insérer une feuille de papier noir afin d'absorber les éventuelles lumières résiduelles.

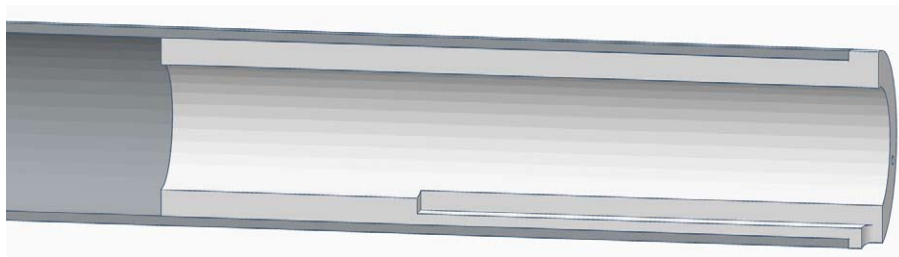
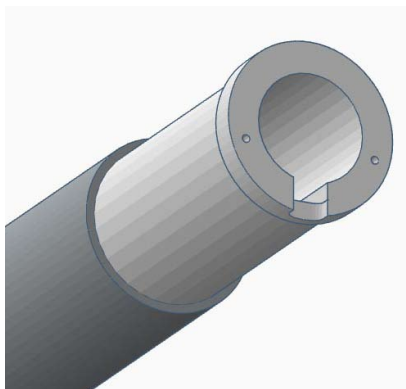


2/ Monter ensuite l'objectif (la lentille de 40 mm de diamètre) selon les indications de la notice d'origine (étape A2).



⁴ Attention, les normes et matériels français sont différents et il faudra les adapter. Une alternative : commander du matériel Allemand sur internet en utilisant le vocabulaire de la liste du kit : « HT-Rohr mit Steckmuffe, DN 40, 500mm ».

3/ Insérer le bloc-guide pour tube d'oculaire imprimé en 3D (fichier STL [ici](#)) dans la partie du tube PVC opposé à l'objectif, celle sans manchon. Il sera peut-être nécessaire de poncer légèrement la pièce 3D pour la faire rentrer ou bien au contraire d'y ajouter un point de colle afin que l'assemblage soit fixe. C'est sur cette pièce que se monte le système d'engrenage, constitué uniquement de pièces LEGO® Technic.

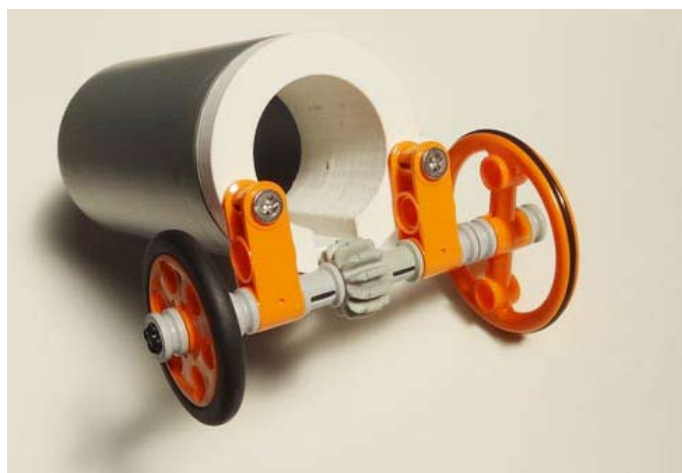
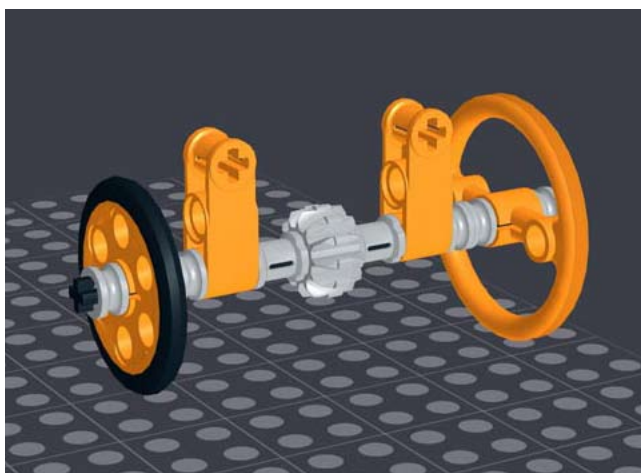


4/ Visser les deux premières pièces LEGO® du système d'engrenage directement dans les pré-trous du bloc-guide (les photos montrent le prototype, imprimé en blanc pour mieux voir les détails). Utilisez des vis M3 x 25mm si vous pouvez fileter les pré-trous, ou de petites vis normales type 2,5 x 20mm dans le cas contraire.



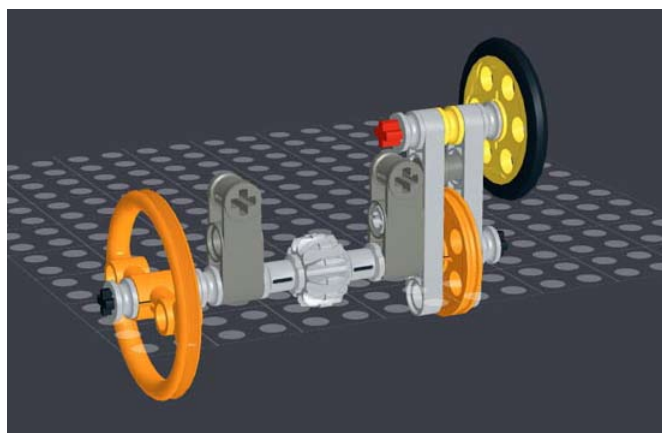
5/ Les autres pièces fonctionnent dans le cadre du système du fabricant de jouets, permettant plusieurs combinaisons. Nous en avons essayé trois, dont vous trouverez notice de montage et liste de pièces au format PDF en cliquant sur les liens correspondants ci-dessous:

- une [version très simple](#), sans pièces modifiées, qui fonctionne déjà parfaitement.

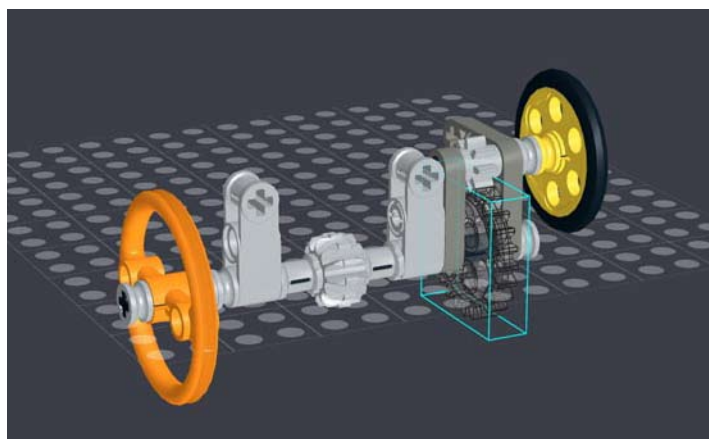


- une [version avec démultiplication par poulies](#) (x3) qui permet une mise au point encore plus précise mais s'avère un peu moins stable que les deux autres variantes. De plus, elle fonctionne seulement dans le cas où les pièces ne sont pas montées trop serrées et où le tube d'oculaire coulisse sans aucune résistance dans son bloc-guide (voir étape suivante).

Notez qu'en remplaçant la roue de courroie Technic Wedge Belt Wheel Pulley (Ref. 4185) par une Technic, Steering Pulley Large (Ref. 3736) il est possible d'obtenir une démultiplication de 5x.



- une [version avec démultiplication par engrenages](#) (x3) et fixation au tube principal pour une meilleure stabilité. C'est notre favorite. Pour cette variante, vous pouvez utiliser un [bloc-guide pour tube d'oculaire modifié](#). Il est plus long à imprimer, plus fragile au montage mais facilite ensuite la fixation latérale sur le tube PVC. (Ce fichier STL correspond à la dernière version que nous avons amélioré mais pas encore imprimé et testé ! N'hésitez à nous faire part de votre expérience).



6/ Le bloc ainsi préparé reçoit le tube d'oculaire, composé du tube IRL qu'il convient de raccourcir à 20 cm à partir de l'extrémité élargie et dont l'intérieur sera également peint en noir mat. La peinture de l'extérieur du tube est accessoire mais peut aider, après 2 ou 3 couches, à mieux le maintenir dans le bloc-guide pour tube d'oculaire si il y a trop de jeu. (Nous avons utilisé ici la peinture pour modélisme orange *Humbrol* 18 qui correspond assez bien aux pièces *Lego* oranges standard).



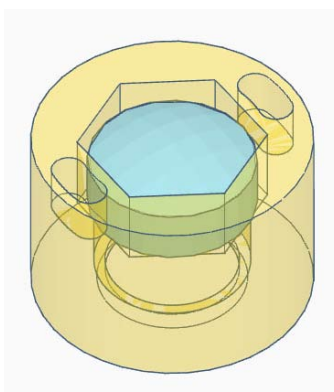
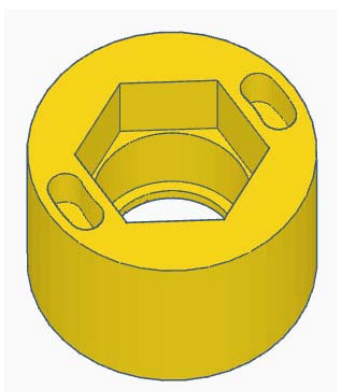
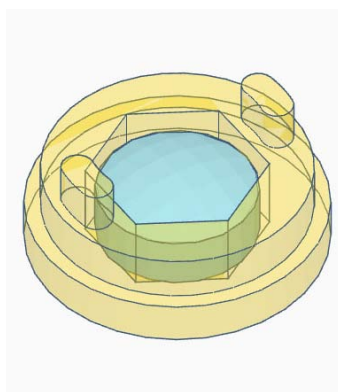
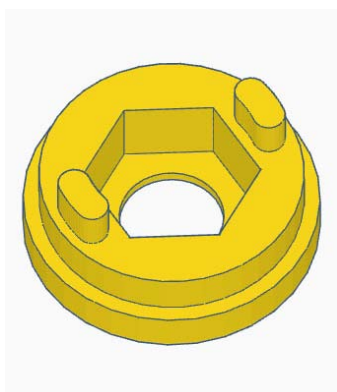
7/ À l'extérieur de ce tube IRL, fixer la crémaillère issue de la pièce LEGO® Technic spécifique: [Gear Rack 1 x 14 x 2, Ref. 18942](#). Vous pouvez couper la pièce en deux dans sa longueur, en réservant deux ou trois tenons, et la clipser dans des encoches réalisées dans le tube IRL. C'est laborieux mais net.



Pour faire plus simple, vous pouvez soit utiliser la même pièce et la couper sans réserver de tenons, soit utiliser une autre pièce LEGO® spécifique, la crémaillère souple: [Rip Cord Flexible, Ref. 16965](#) qui est beaucoup plus facile à couper. Ensuite, fixer la crémaillère sur le tube à l'aide de colle forte ou de scotch double face. Vous pouvez à cet effet limer au préalable la partie du tube correspondante afin d'en éliminer l'arrondi.



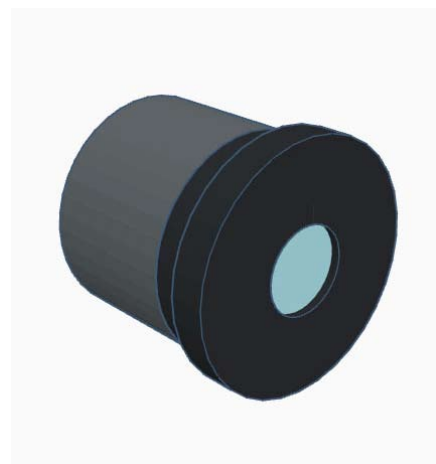
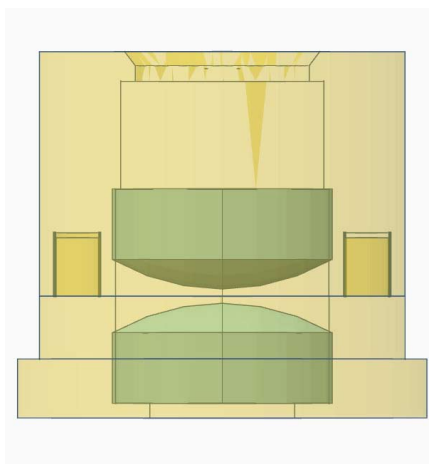
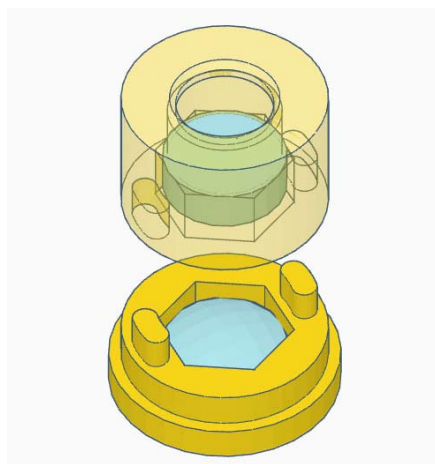
8/ Vient enfin le montage des deux lentilles composant l'oculaire. Celles-ci sont identiques, pas de risque de se tromper. Elles viennent se caler respectivement dans chacune des parties de l'enveloppe cylindrique imprimée en 3D prévue à cet effet (fichier STL disponibles ci-dessous). Pour cette opération, aidez-vous des illustrations suivantes.



Enveloppe 3D partie avant ([Fichier STL](#))

Enveloppe 3D partie arrière ([Fichier STL](#))

Même si en général, les lentilles n'aiment pas se trouver sous contrainte, la partie intérieure des pièce 3D est de dimension un peu juste afin de ne pas devoir utiliser de colle. Si les lentilles ne rentrent pas du premier coup, l'intérieur des pièces devra donc être légèrement poncée.



Une fois les deux parties du porte-oculaire assemblée entre elles, utilisez du film adhésif plutôt que de la colle pour les fixer l'une à l'autre. Ceci permet d'adapter le diamètre extérieur de l'oculaire au diamètre intérieur du tube IRL (voir étape suivante).

9/ Insérer l'oculaire ainsi obtenu dans l'extrémité élargie du tube d'oculaire. Celui-ci pouvant coulisser de façon précise dans le tube principal sous l'action des engrenages, il permettra la mise au point précise des objets visés.



10/ Assembler enfin le support en bois pour trépied photo Standard (avec vis M6) selon la notice du Baumarkt Teleskop.

Vous pouvez dès lors réaliser vos premières observations !

!!! ATTENTION TOUTEFOIS : NE JAMAIS REGARDER LE SOLEIL AVEC VOTRE TELESCOPE !!!

Conclusion

Pour parvenir au résultat présenté, de nombreuses heures de recherche, de développement et de bricolage ont été nécessaires. Mais un tel processus constitue une opportunité ludique et passionnante pour approcher les notions d'optique, de mécanique et plus généralement d'astronomie.

D'autre part, indépendamment des nombreuses améliorations possibles, le Baumarkt-Teleskop permet, grâce à son grossissement de 30 fois et la netteté de son image, de découvrir les cratères de la lune ainsi que de distinguer les anneaux de saturne et les satellites de Jupiter. Des images qui restent gravés dans la mémoire et qui aident plus que de longs discours à relativiser notre rapport au monde, à l'espace et au temps.



Si vous vous êtes lancé dans la construction de ce porte-oculaire, n'hésitez pas à nous faire part des difficultés rencontrées, de vos suggestions d'améliorations et plus généralement de votre expérience durant les observations. Les photos de vos réalisations sont également les bienvenues.

Vous pouvez poster un commentaire dans l'[article correspondant](#) sur notre site (geniusitineris.net) ou bien nous écrire à l'adresse suivante: **astronomie@geniusitineris.net**

Nous tenons à remercier tout particulièrement: Felix (xHain hack+makespace, Berlin) pour les échanges autour du projet et l'impression des pièces 3D, les jardiniers du Stadtteigarten Schillerkiez et Meapunto pour leur enthousiasme et leurs conseils avisés, et bien entendu, l'équipe d'AstroMedia.



Améliorations

Chercheur

Le grossissement du Baumarkt Teleskop rend difficile la recherche des astres à observer si l'on regarde directement dans le télescope. Un tube de petit diamètre (ca. 1 cm de diamètre intérieur et ca. 15 cm de long) monté parallèlement au tube principal facilite l'opération. Les colliers de fixation standard allemands permettent de le fixer au tube principal et laissent disponible deux autres pas de vis (M8) qui trouvent de nombreuses utilités.



Protection des optiques

Deux capuchons de protection (un pour l'objectif et un pour l'oculaire) sont bienvenus pour protéger les optiques. Pour l'objectif, il est facile d'en bricoler un à partir des bouchons PVC (tampons de visite) pour tube de 40 mm. Pour l'oculaire, les anciennes boîtes cylindriques pour film photographique sont presque de la bonne dimension. Dans les deux cas, on peut ajouter une vis M8 dépassant de l'extrémité fermée. Cela permet de visser les protections aux colliers pendant l'observation.



Ecran de projection pour l'observation solaire

Pour des observations solaires sans risques, on utilise un écran de projection. Une feuille cartonnée placée à quelques centimètres de l'oculaire fait l'affaire mais ne permet pas d'observations de bonne qualité.

Il est possible de monter sur le Baumarkt-Teleskop un écran de projection en utilisant les deux pas de vis M8 des colliers de fixation du chercheur. De nouveaux petits colliers s'y vissent à leur tour et supportent un tube aux extrémités duquel viennent se fixer l'écran (coté oculaire) et un pare-soleil mobile (coté objectif).



Monture équatoriale

Pour suivre les objets célestes avec un trépied standard pour appareil photo, il est nécessaire d'ajuster en permanence l'axe horizontal (azimut) et l'axe vertical (hauteur).

La monture équatoriale est une pièce de transition entre le trépied et le télescope. Elle joue un rôle déterminant pour les observations de longue durée car elle permet de suivre les astres en compensant le mouvement de rotation de la terre. Une fois l'objet localisé, il n'y a plus qu'un seul axe à ajuster, manuellement ou grâce à un moteur.

Pour le Baumarkt Teleskop, une monture du commerce très légère (EQ 1) suffit. Mais en fabriquer une est bien sûr possible et riche d'enseignements.

