

ÉTUDE TECHNIQUE DES SYSTÈMES OPTIQUES – U. 43

SESSION 2013

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n° 99-186 du 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Document à rendre :

- feuille-réponse A3 recto-verso.....page 5/5

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 5 pages (feuilles A3) numérotées de 1/5 à 5/5.

Feuille 1/5 : page de garde – mise en situation – présentation de l'instrument.
Feuille 2/5 : caractéristiques techniques – description – réglages.
Feuille 3/5 : vues d'ensemble.
Feuille 4/5 : travail demandé.
Feuille 5/5 : document-réponse recto-verso à rendre en fin d'épreuve.

Mise en situation :

Un de vos clients souhaite acheter un **télescope** pour observer le ciel et, entre autre, la lune.

Nous allons étudier certaines caractéristiques de ce télescope afin de pouvoir conseiller efficacement un client.

L'étude porte sur un télescope de Newton **150 / 750**. Son prix d'achat se situe aux environs de 350 €.

Le but de cette étude est d'apprécier les performances optiques de l'instrument ainsi que les réglages et le fonctionnement de l'instrument.

Dessin d'ensemble du télescope de Newton :

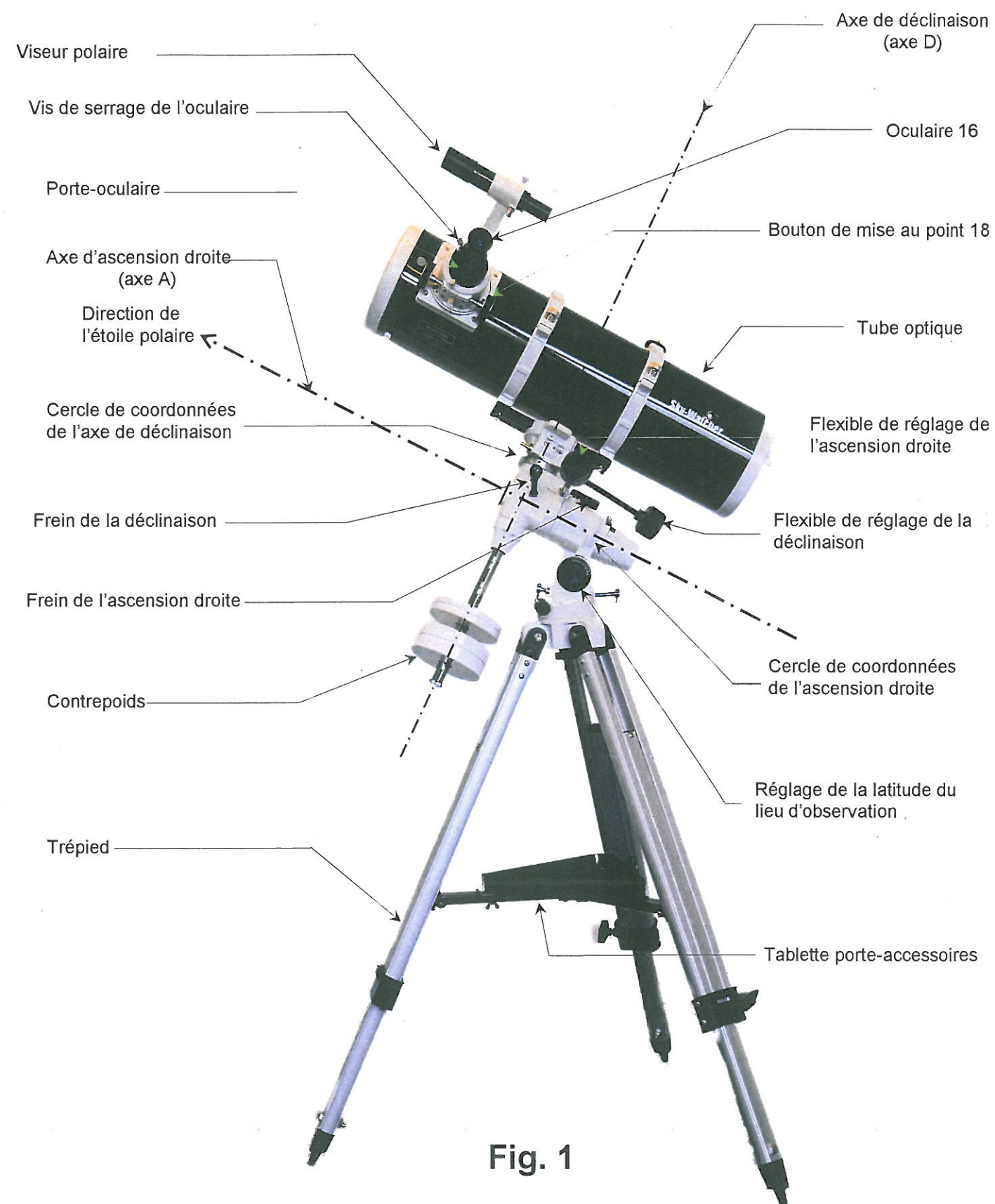


Fig. 1

BTS OPTICIEN LUNETIER		Session 2013
Étude technique des systèmes optiques – U. 43	Code : OLETS	Feuille 1/5
		Page : 1/5

Principales caractéristiques techniques

Optique	
Diamètre d'ouverture (mm)	D = 150
Longueur focale (mm)	f = 750
Grossissements (avec oculaires fournis et lentille de Barlow)	x 30 ; x 60 ; x 75 ; x 150
Accessoires inclus	
Oculaires 1,25"	25 mm, 10 mm
Lunette de visée	6 x 30
Lentille de Barlow	Grandissement x 2
Donnée générale	
Poids total (kg)	18

Description

Un télescope de Newton est un instrument destiné à l'observation d'astres, d'étoiles, de galaxies, Dans toute l'étude, l'objet sera donc considéré à l'infini.

Il est composé d'un miroir primaire M_1 considéré comme sphérique, d'un miroir secondaire plan M_2 incliné à 45° qui permet de couder le faisceau et d'un oculaire interchangeable.

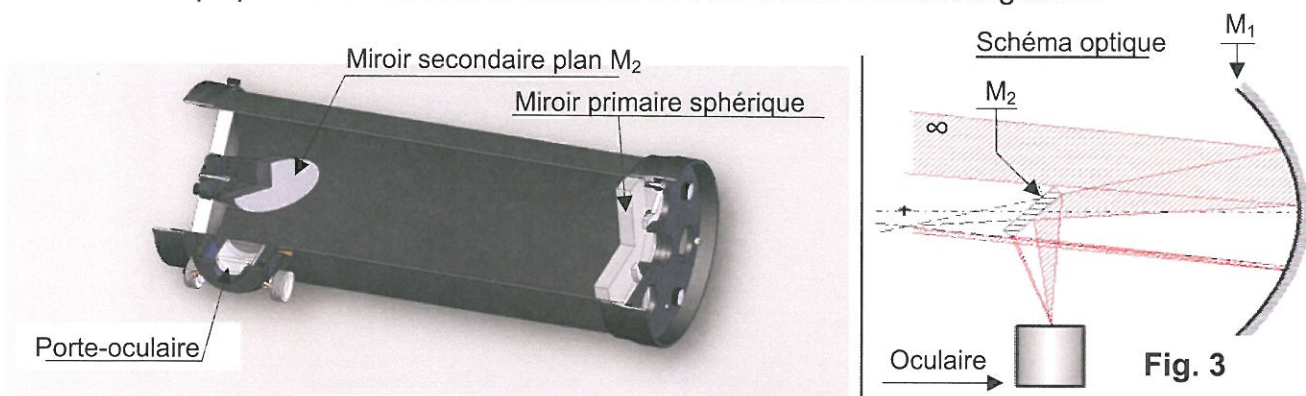


Fig. 2

Fig. 3

Ce télescope peut être équipé d'une lentille de Barlow associée à l'oculaire pour augmenter son grossissement.



Fig. 4

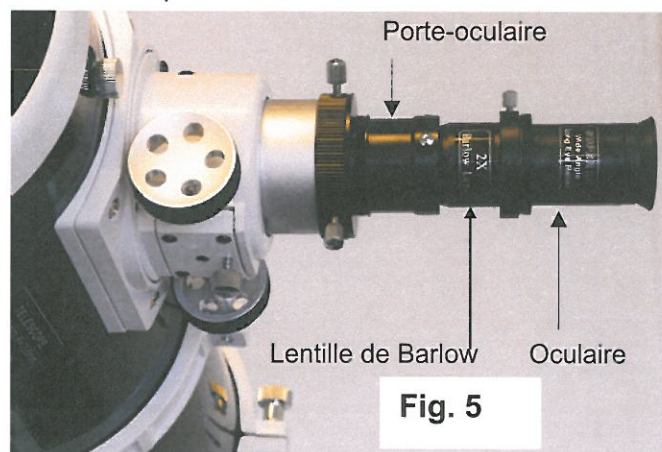


Fig. 5

La rotation de la Terre entraîne une rotation apparente du ciel au cours de l'observation. Ce télescope est utilisé avec une *monture équatoriale* qui permet de compenser cette rotation apparente du ciel.

Monture équatoriale du télescope

Schéma de principe

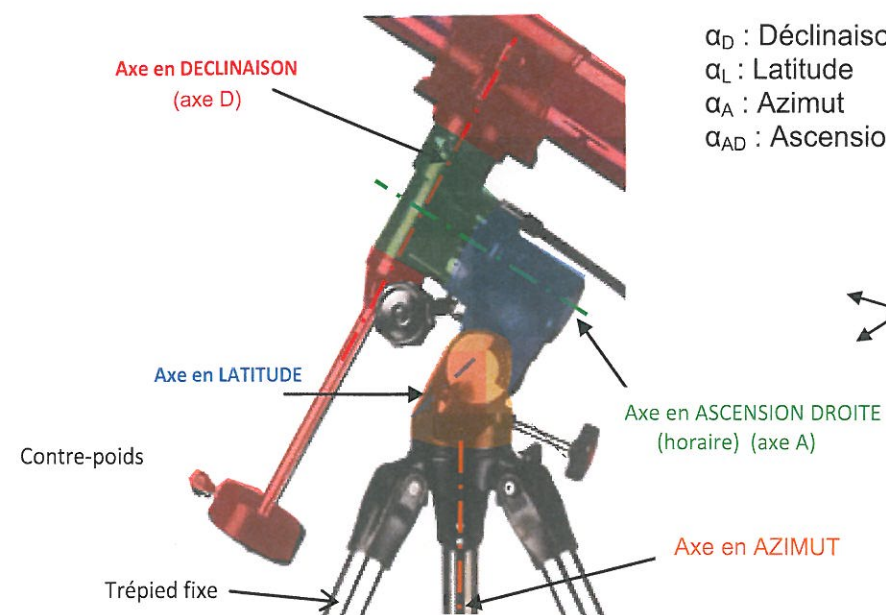


Fig. 6

Schéma cinématique

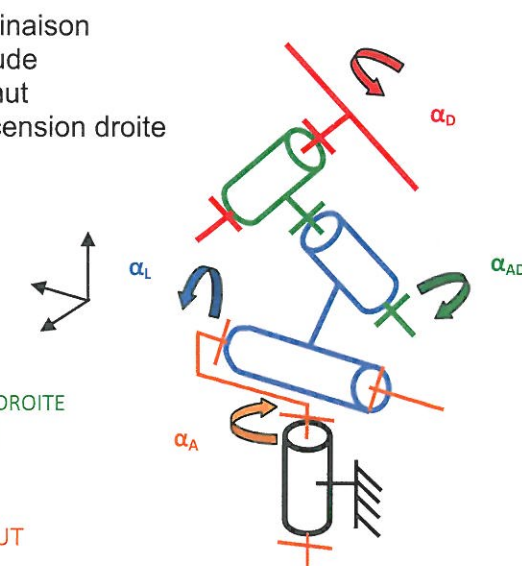


Fig. 7

La monture équatoriale permet de "compenser" mécaniquement la rotation de la Terre. Elle est constituée principalement :

- d'un axe appelé **axe d'ascension droite** (ou *axe horaire*) incliné d'un angle égal à la latitude du lieu d'observation, il se retrouve ainsi parallèle à l'axe de rotation terrestre, il est gradué en heures (0 à 24 h) ;

Le suivi de l'astre se fait manuellement en faisant tourner l'axe d'ascension droite en sens inverse du sens de rotation de la Terre sur elle-même, et au même rythme.

- d'un second axe, perpendiculaire à l'axe d'ascension droite, appelé **axe de déclinaison**, il sert uniquement à pointer l'astre observé, il est gradué en degrés ($+90^\circ$ à -90°).

Les mécanismes de commande d'ascension droite et de déclinaison représentés ci-dessous sont identiques (à l'exception du nombre de dents de la roue dentée).

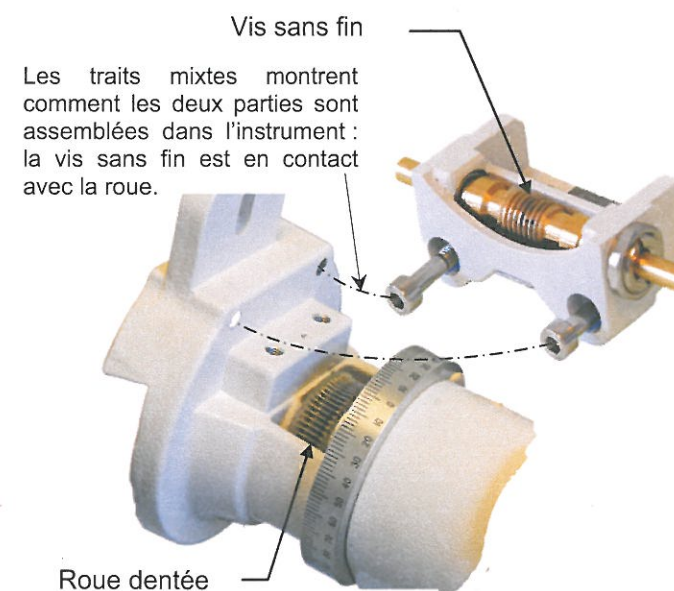


Fig. 8

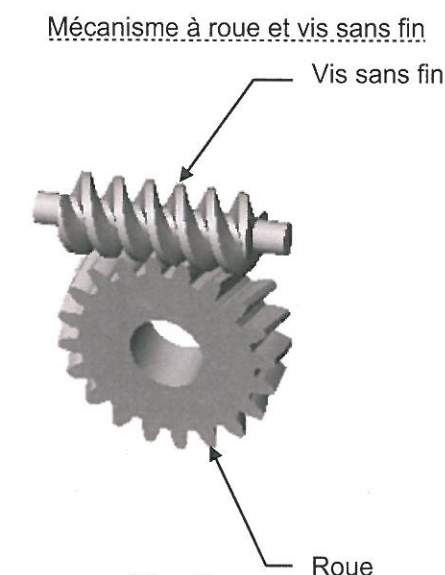
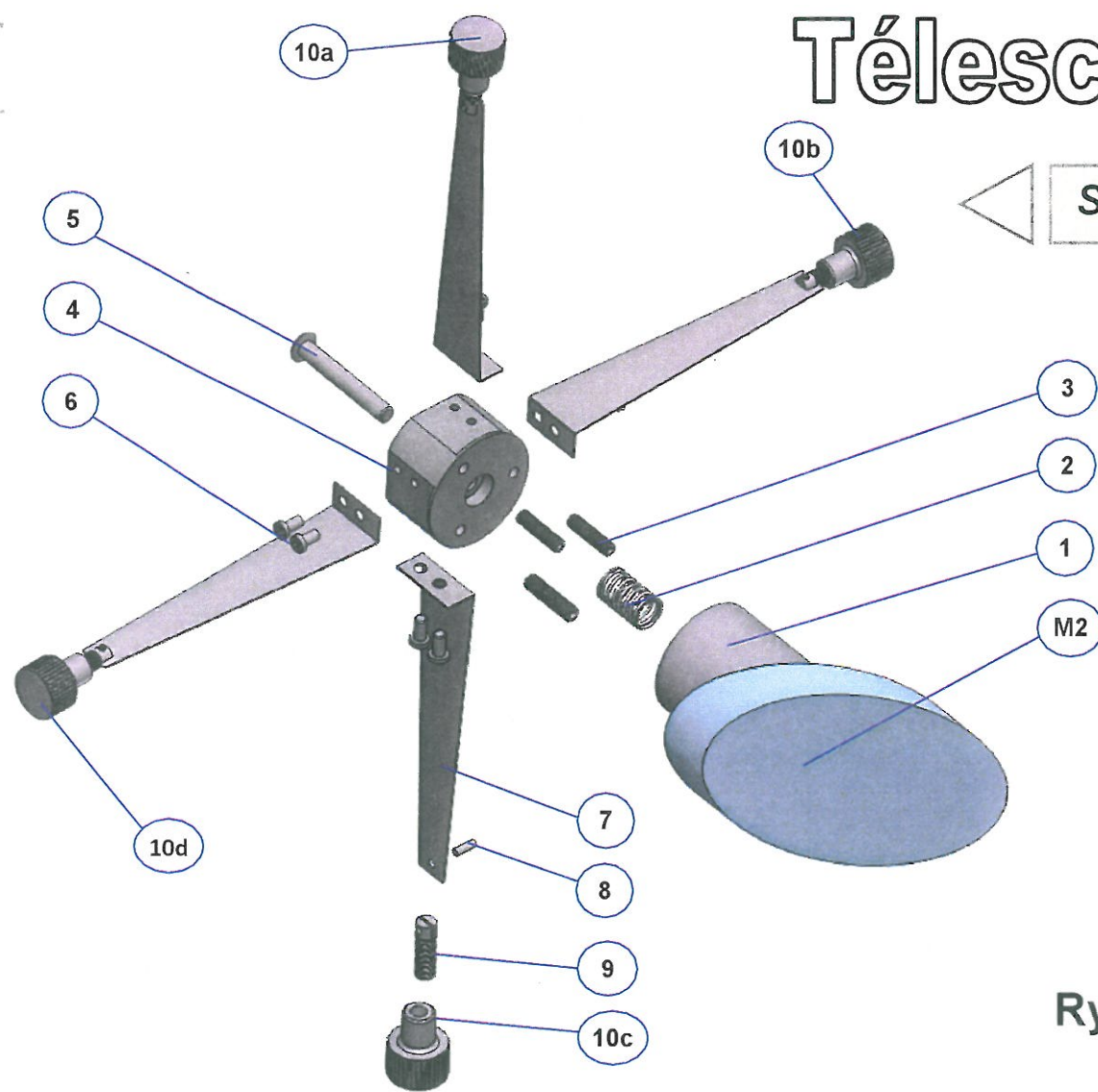


Fig. 9

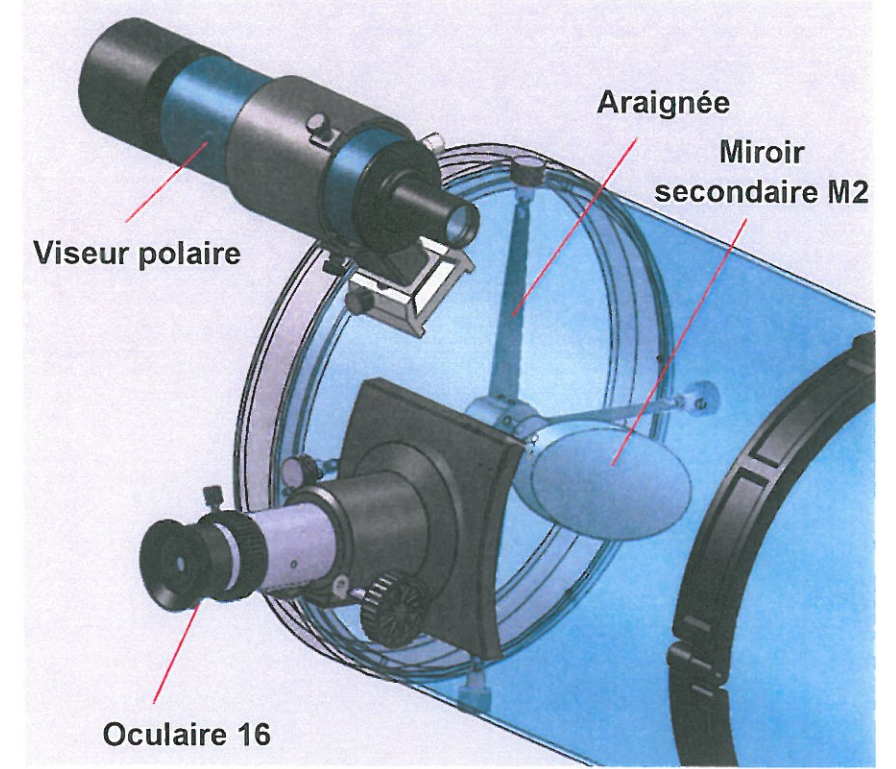
La mise au point sur l'astre observé est effectuée grâce au bouton de mise au point **18** qui entraîne le porte-oculaire.

Télescope de NEWTON

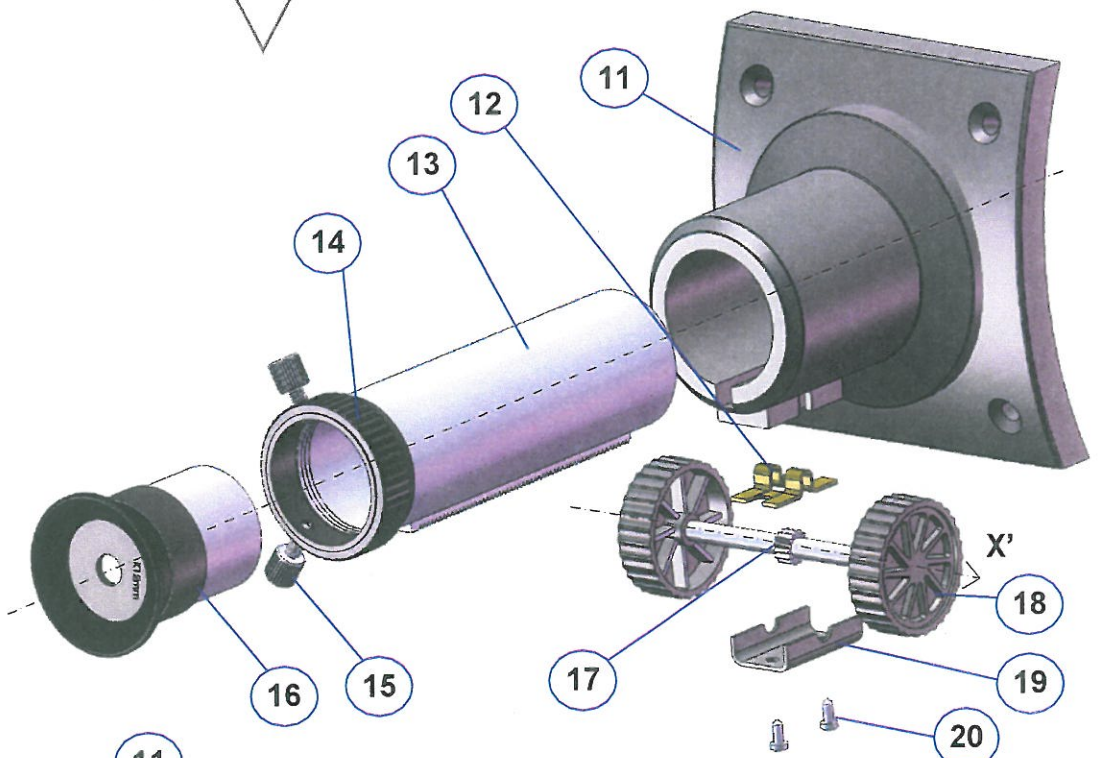


Sous-ensemble Araignée + Miroir secondaire

Rep	Nbe	Désignation
M2	1	Miroir secondaire
1	1	Support miroir secondaire
2	1	Ressort
3	3	Vis de réglage
4	1	Noix
5	1	Vis fixation noix
6	8	Vis fixation lame
7	4	Equerre araignée
8	4	Goupille élastique
9	4	Vis araignée
10	4	Écrou moleté araignée

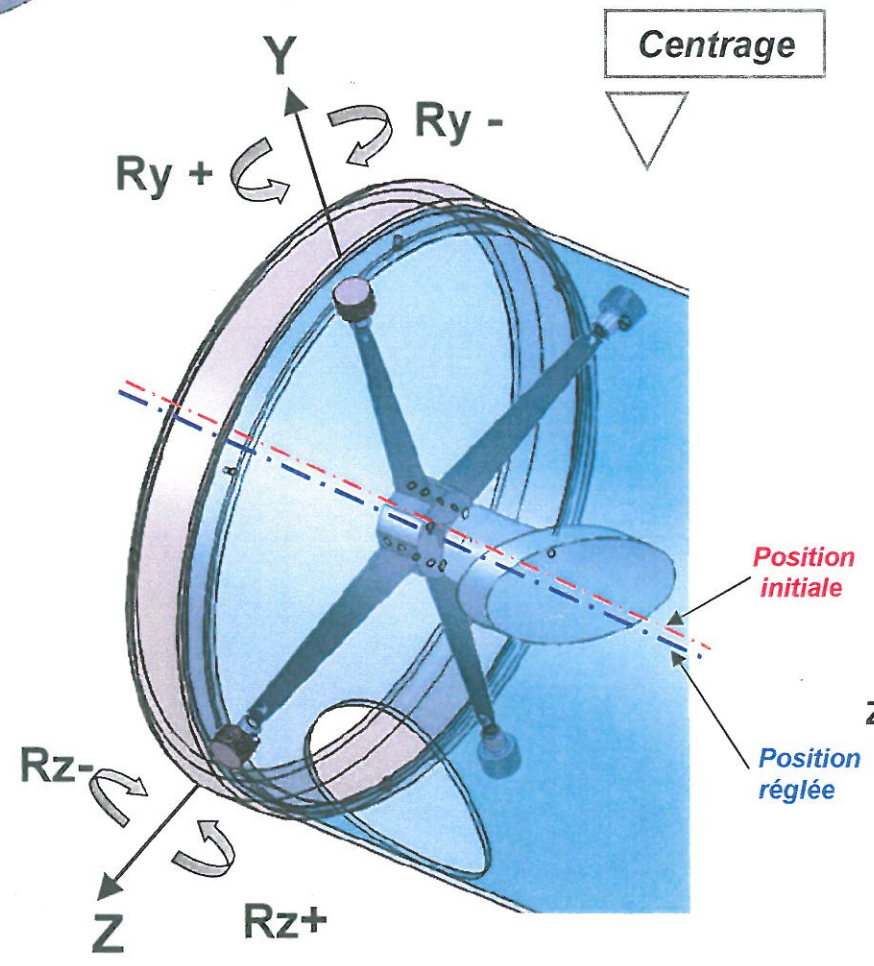


Sous-ensemble porte-oculaire

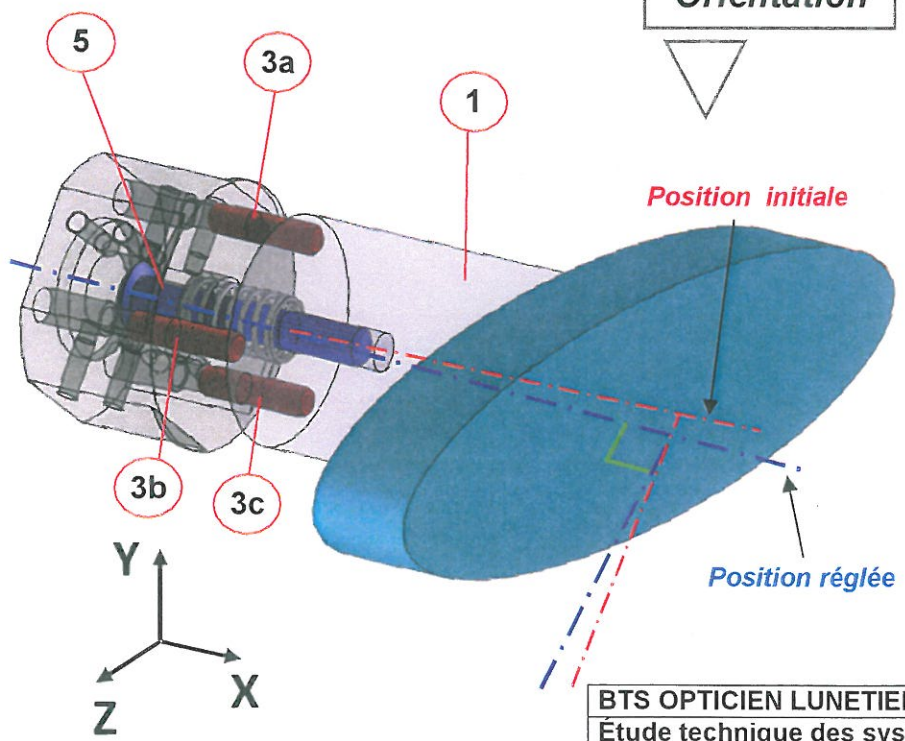


Rep	Nbe	Désignation
11	1	Embase-guide crémaillère
12	1	Lame de guidage
13	1	Tube-crémaillère : module m = 0,5
14	1	Embout
15	2	Vis de maintien
16	1	Oculaire
17	1	Pignon arbré : m = 0,5 ; Z = 12 dents
18	2	Bouton de mise au point
19	1	Plaque de guidage
20	2	Vis de maintien

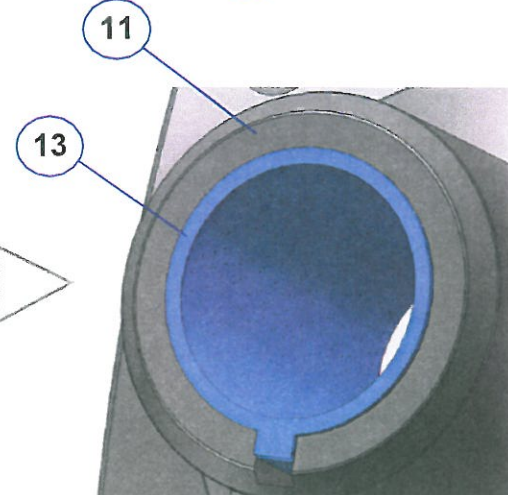
Réglages du miroir secondaire



Orientation



Vue en coupe de (11) et (13) seuls



Travail demandé :

- Les dimensions et caractéristiques du télescope de Newton étudié ont été sensiblement modifiées afin d'améliorer la lisibilité graphique, mais les résultats obtenus demeurent globalement conformes à la réalité.
- D'autre part, certaines représentations ou dimensions peuvent être différentes d'une partie à l'autre.
- Les quatre parties A, B, C, D peuvent être traitées indépendamment.

Partie A : Réglage du miroir secondaire : feuille-réponse 5/5 RECTO

L'objectif d'un télescope est composé :

- d'un miroir principal sphérique [M1] centré sur l'axe optique, de sommet S1, de foyers principaux F1 et F'1.
 - d'un miroir secondaire plan [M2] réglable en orientation et position.
- Lorsque ce miroir [M2] est réglé, l'image d'une étoile à l'infini est positionnée dans le plan objet de l'oculaire [Foc] afin que l'observateur emmétrope n'accommodant pas puisse voir cette image nette à travers l'oculaire du télescope. (Voir figure « a » sur la feuille 5/5 recto).

A1 – Orientation du miroir [M2] à 45°: Axe n°1

- Compléter la chaîne des images et conjugués d'un objet A observé, valable pour les deux axes, lorsque [M2] est réglé, en précisant les positions particulières.
- Le point objet A est situé à l'infini (sur l'axe optique du miroir [M1]). Déterminer les images successives A1 puis A2 par [M1] puis [M2]. Après avoir comparé avec la figure « a », que se passe-t-il si le miroir [M2] n'est pas orienté à 45° ?
- Tracer la marche des deux rayons provenant de A infini jusqu'au plan [Foc]. Que remarquez-vous ?
- Sur quelle(s) pièce(s) doit-on agir pour régler l'orientation du miroir [M2] ? (Voir feuille 3/5).
- Quel est le rôle du ressort 2 ? (Voir feuille 3/5).

A2 – Centrage du miroir [M2] sur l'axe optique du miroir primaire [M1] : Axe n°2

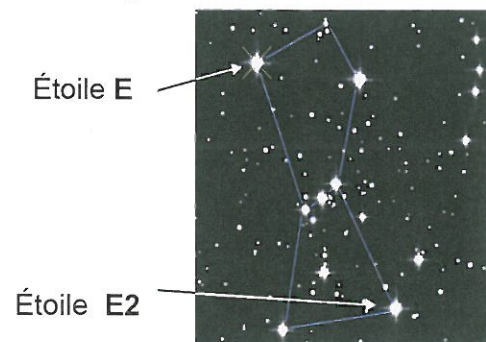
- Le point objet A est situé à l'infini (sur l'axe optique du miroir [M1]). Déterminer les images successives A1 puis A2 par [M1] puis [M2]. Après avoir comparé avec la figure « a », que se passe-t-il si le miroir [M2] n'est pas centré sur l'axe optique de [M1] ?
- Tracer la marche des deux rayons provenant de A infini jusqu'au plan [Foc]. Que remarquez-vous ?
- Sur quelle(s) pièce(s) doit-on agir pour centrer le miroir [M2] sur l'axe optique du miroir [M1] ?

Partie B : Visée d'un astre – Changement de pointé : feuille-réponse 5/5 RECTO

L'observateur, après avoir observé l'étoile E1, souhaite maintenant observer l'étoile E2 :

- position de l'étoile E1 : ascension droite : 05h 14 mn 32 sec ;
déclinaison : - 08° 12' 06''

- position de l'étoile E2 : ascension droite : 05h 55 mn 10 sec
déclinaison : + 07° 24' 25''



- Calculer l'écart d'ascension droite (en h, mn, sec) et de déclinaison (en ° (degrés)) entre les deux étoiles.
- Sachant qu'une heure d'ascension droite correspond à une rotation de 15° (puisque en 24 h, la Terre tourne de 360°), calculer, en degrés, l'écart d'ascension droite.
- La roue dentée liée à la vis sans fin d'ascension droite (voir feuille 2/5 fig. 8 et 9) comporte 130 dents et celle liée à la vis sans fin de déclinaison comporte 65 dents ; les vis sans fin, liées aux flexibles de commande d'ascension droite et de déclinaison, sont à 1 filet. Pour un écart d'ascension droite correspondant à 12° et un écart de déclinaison de 18°, (attention, ces valeurs ne correspondent pas aux résultats des questions précédentes !!), calculer le nombre de tours (arrondis au dixième de tour) à effectuer sur le flexible d'ascension droite et sur le flexible de déclinaison pour changer de position.
- Quels sont les mouvements et l'axe (axe A, axe D, perpendiculaire à A (\perp A), parallèle à D (\parallel D), etc...) du flexible de déclinaison ? (voir feuilles 1/5 et 2/5 fig. 1, 6, 7)
- Quels sont alors le mouvement et l'axe (A, D, \perp A, \parallel D, etc...) du tube du télescope ?
- Donner le nom du système de transformation de mouvement utilisé.

Partie C : Fonction de la lentille BARLOW : feuille-réponse 5/5 VERSO

C1 – Axe n°3 :

L'oculaire est défini par ses éléments cardinaux [Hoc], [H'oc], Foc et F'oc. On donne l'image intermédiaire A2B2 donnée par l'association des miroirs [M1] + [M2]. L'observateur est emmétrope n'accommodant pas.

- Compléter la chaîne des conjugués en précisant les positions particulières.
- Déterminer l'image de A2B2 par l'oculaire ; la désigner A'B'. Coter le diamètre apparent α' sous lequel l'observateur voit A'B'.

C2 – Axe n°4 :

Afin d'améliorer l'observation d'un astre, on intercale entre le miroir [M2] et l'oculaire une lentille dite de BARLOW (voir feuille 2/5 fig. 4 et 5), lentille mince divergente [LB] de foyers F'B et F_B. L'image A2B2 donnée par l'association [M1] + [M2] est donnée.

- Compléter la chaîne des conjugués en précisant les positions particulières, sachant que l'observateur est toujours emmétrope n'accommodant pas.
- Déterminer l'image intermédiaire A_B B_B puis l'image finale A'B'. Coter le diamètre apparent α_B' .
- En comparant la taille de A2B2 et A_B B_B, donner la fonction optique de la lentille [LB].

Partie D : Étude de l'éclairement de l'image observée : (feuille-réponse 5/5 VERSO)

L'oculaire, représenté à l'échelle 2 : 1, est composé de deux lentilles minces [L3] et [L4] dont on donne les foyers ainsi que le foyer objet de l'oculaire complet Foc. Deux diaphragmes [D3] et [D4] placés sur les lentilles limitent leurs diamètres utiles et donc le passage de la lumière. L'observateur est emmétrope non accommodé ou amétrope emmétropisé en lunettes.

D1 – Étude des champs de l'oculaire : Axe n°5

- Compléter la chaîne des conjugués, en précisant les positions particulières puis placer A2, A3 et A'.
- On désire définir la taille du champ observable pour cela, l'étude des champs se fera dans l'espace intermédiaire (entre [L3] et [L4]). Déterminer et désigner la pupille [Pi] et la lucarne [Li] de cet oculaire.
- Déterminer graphiquement le bord inférieur du champ intermédiaire de pleine lumière, le désigner CPL3 et le bord inférieur du champ intermédiaire total, le désigner LCT3.
- Déterminer alors le bord inférieur du champ objet de pleine lumière et le demi-champ image de pleine lumière, les désigner respectivement CPL2 et CPL'. Coter le demi-champ image de pleine lumière.
- Le grossissement du télescope étant égal à 30, calculer la valeur du champ objet de ce télescope.
- Tracer le faisceau lumineux utile issu du bord inférieur du champ de pleine lumière et traversant l'oculaire.
- Afin de supprimer le champ de contour, placer un diaphragme de champ [Dc]. Coter son diamètre.

D2 – Position de la pupille d'entrée de l'observateur : Axe n°6

La pupille d'entrée de l'œil de l'observateur est centrée sur l'axe optique et son diamètre est de 7 mm. Le faisceau image utile de l'oculaire est donné.

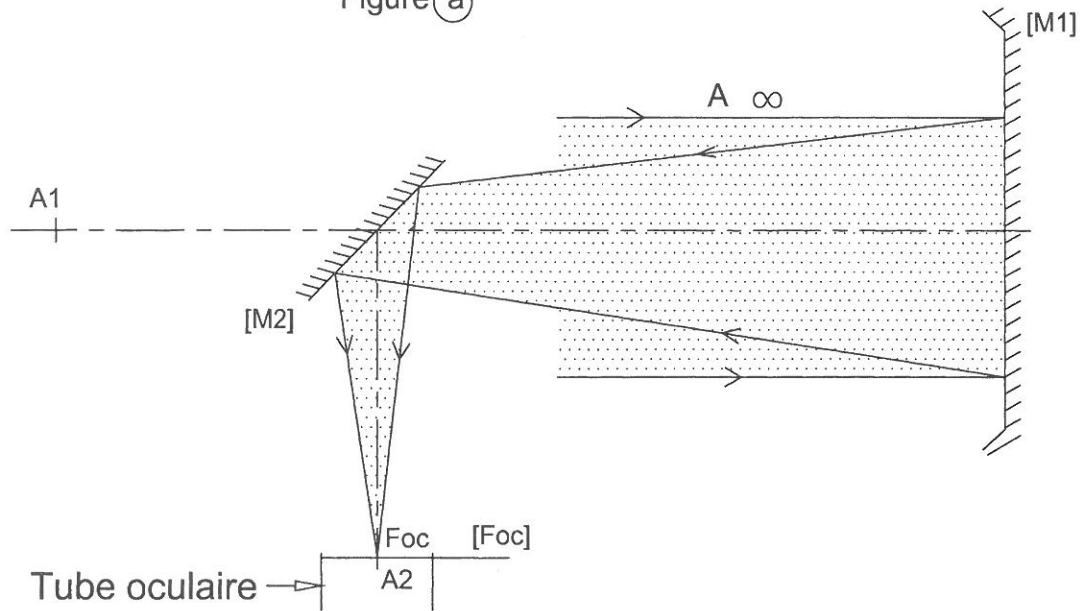
- Déterminer et représenter la position de la pupille [Pe1] pour qu'elle soit totalement éclairée (l'intensité lumineuse sera maximum).
- Si un porteur est parfaitement compensé en lunettes, on considèrera que le faisceau utile à travers l'oculaire n'est pas modifié et que la pupille d'entrée de l'œil [Pe2] emmétropisé s'est déplacée par rapport à l'oculaire, sans changer de diamètre. Déterminer et représenter la position de la pupille [Pe2] pour qu'elle reçoive encore au moins un rayon lumineux.
- La pupille [Pe3] d'un client amétrope compensé en lunettes est placée sur l'axe optique. Estimer, par rapport à l'intensité maximum, l'intensité lumineuse de l'image perçue.

D3 – Étude des réglages de l'oculaire : (voir feuille 3/5)

- Sur quelle pièce agit l'observateur pour effectuer la mise au point de l'oculaire ?
- Quelle est la nature du mouvement de mise au point effectué par l'observateur ? Préciser l'axe de ce mouvement.
- Lors de la mise au point, quelle est la nature du mouvement de la pièce 13 par rapport à la pièce 11 ? Préciser l'axe de ce mouvement et le nom de la liaison entre 13 et 11.
- Quel est le nom du système de transformation de mouvement (préciser le n° des pièces) assurant le déplacement axial de l'oculaire ?
- Un déplacement axial de l'oculaire de 6,25 mm permet de compenser une amétropie de 10 δ . Calculer le nombre de tours du bouton de mise au point 18 pour obtenir ce déplacement.

BTS OPTICIEN LUNETIER		Session 2013
Étude technique des systèmes optiques – U. 43	Code : OLETS	Feuille 4/5
		Page : 4/5

Figure (a)



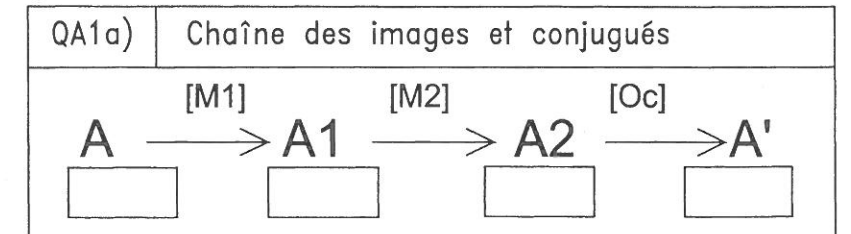
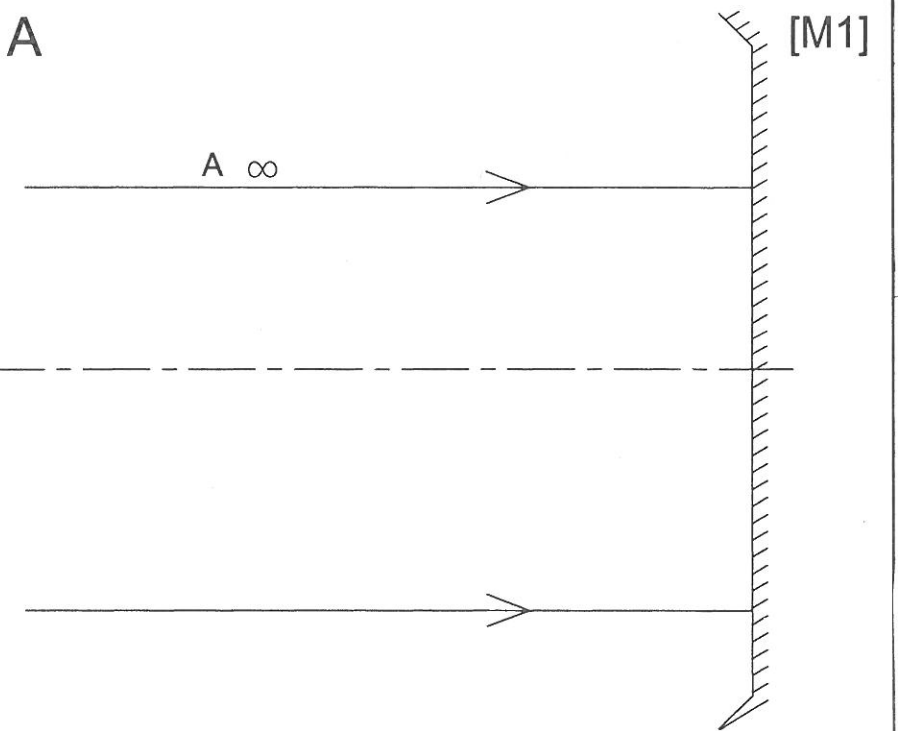
QA1b)	[M2] non orienté à 45°
QA1c)	Remarque

QA1d)	Pièce(s) permettant d'orienter [M2]
QA1e)	Rôle du ressort 2

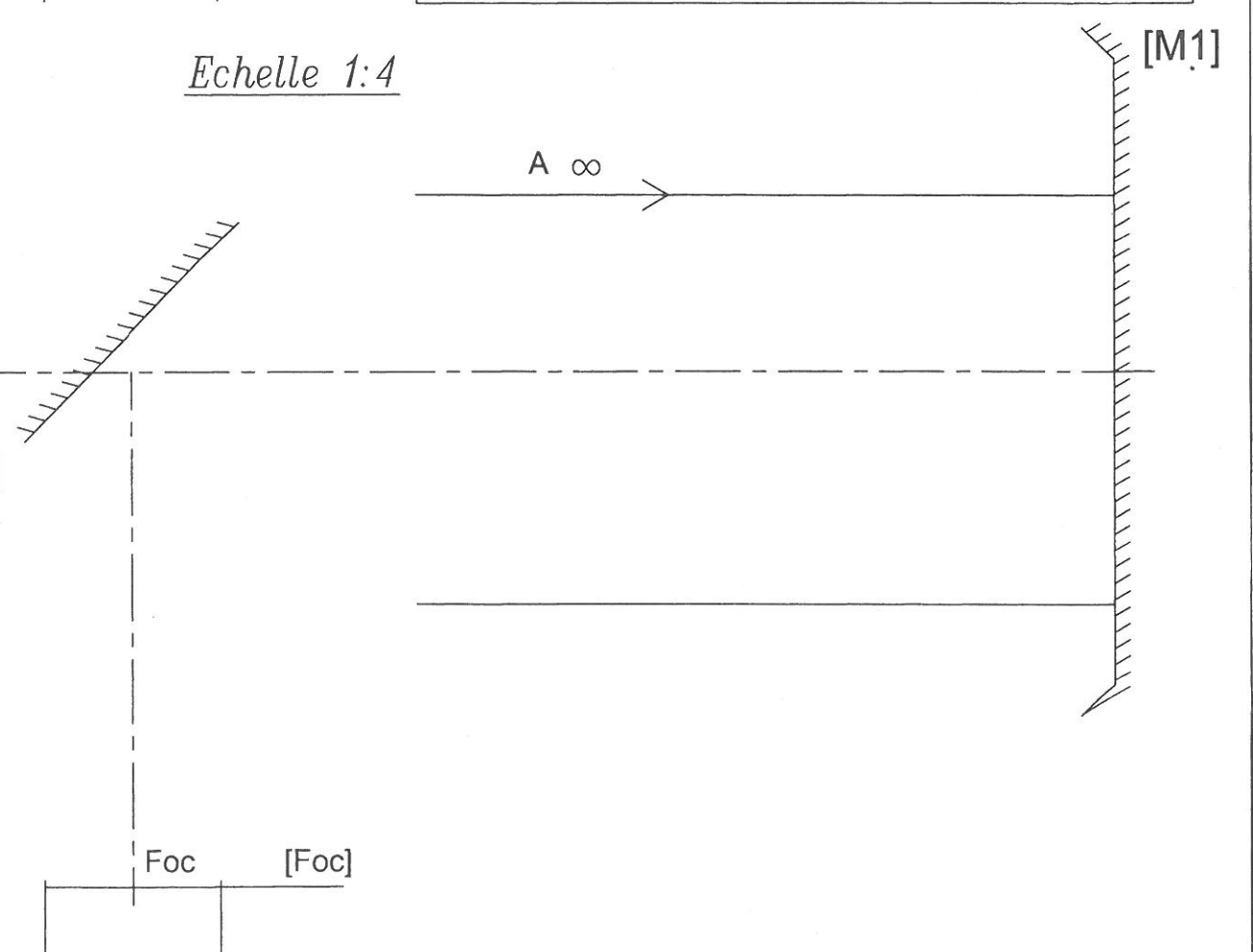
QA2a)	[M2] non centré
QA2b)	Remarque

QA2c)	Pièce(s) permettant de centre [M2]
-------	------------------------------------

Partie A



Echelle 1:4



Partie B

QBa)	Ascension droite	Déclinaison
Ecart		

QBb)	Ecart angulaire d'ascension droite	
------	------------------------------------	--

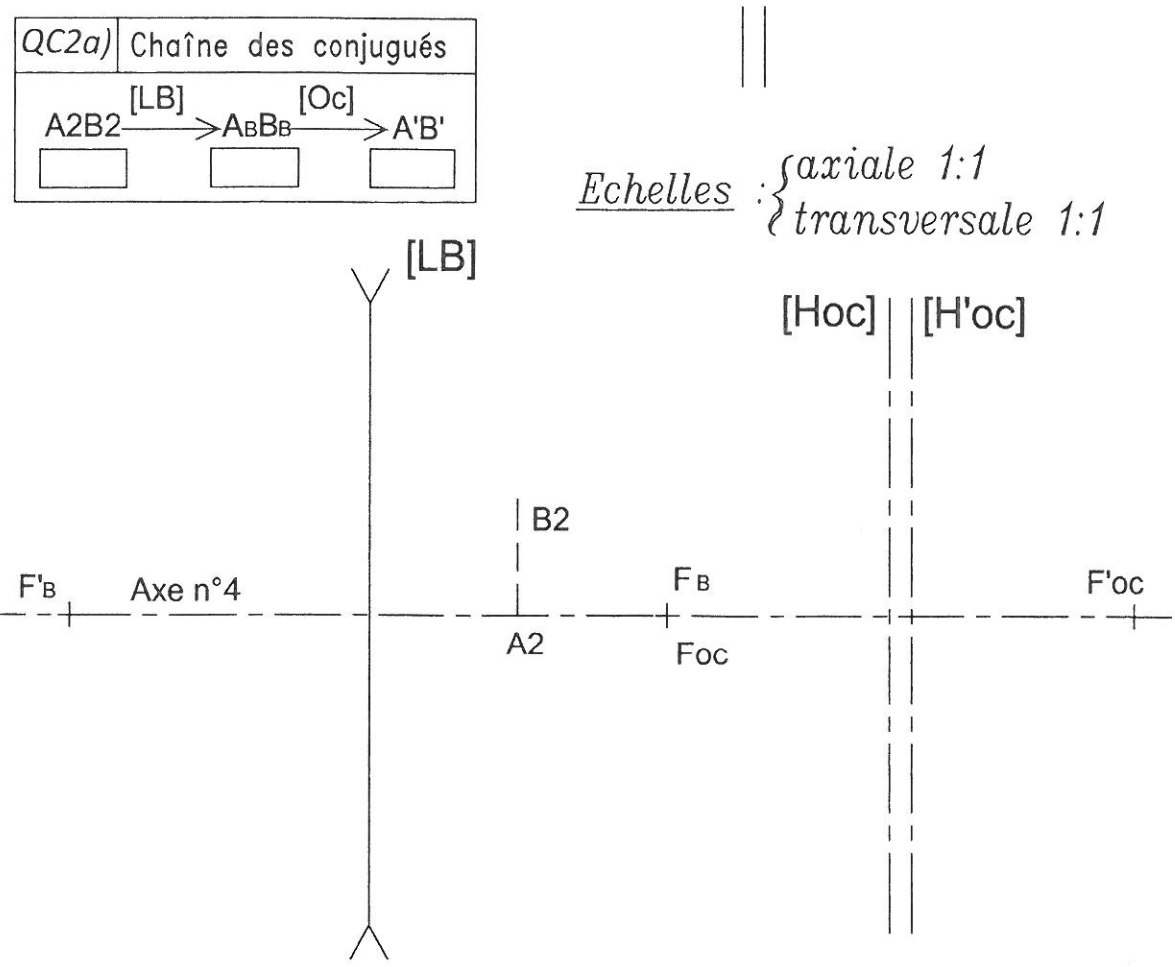
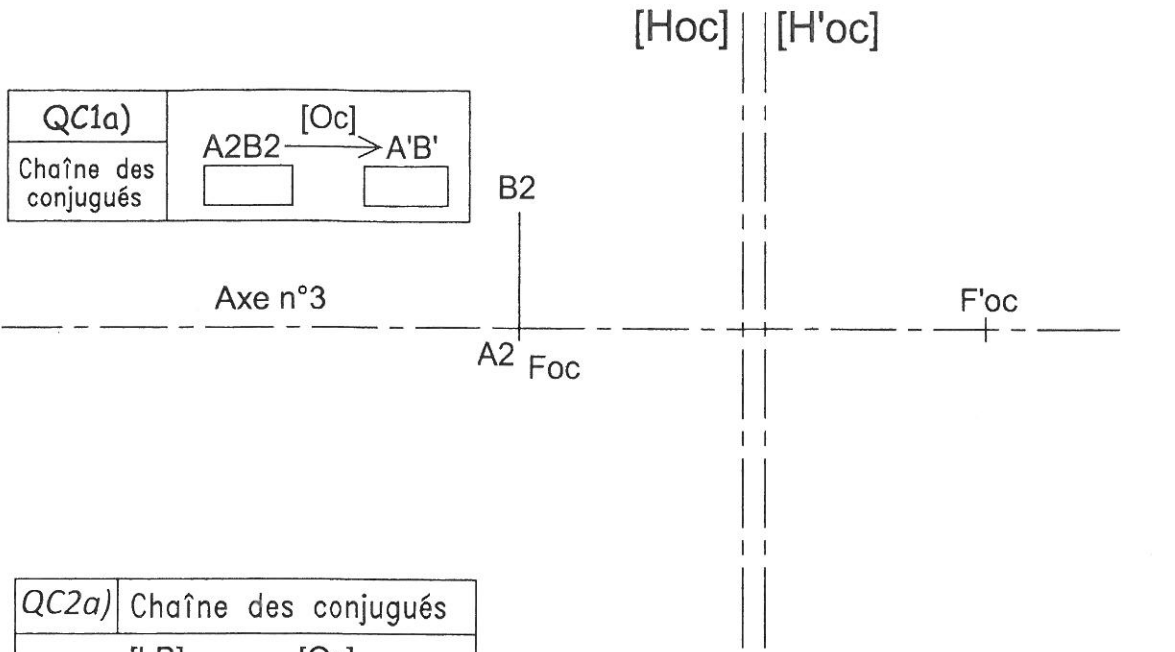
Qbc)	Ascension droite	Déclinaison
Nb. de tours		

QBd) - QBe)	Mouvement	Axe
Flexible de déclinaison		
Tube du télescope		

QBf)	Système de transformation de mouvement
------	--

Notation	A1a	A1b	A1c	A1d	A1e	A2a	A2b	A2c	soin	Total A	Ba	Bb	Bc	Bd	Be	Bf	Total B

Partie C



Echelles : $\left\{ \begin{array}{l} \text{axiale } 1:1 \\ \text{transversale } 1:1 \end{array} \right.$

QC2c) Fonction optique de la lentille [LB]

Notation	C1a	C1b	C2a	C2b	C2c	Total C	D1a	D1b	D1c	D1d	D1e	D1f	D1g	soin

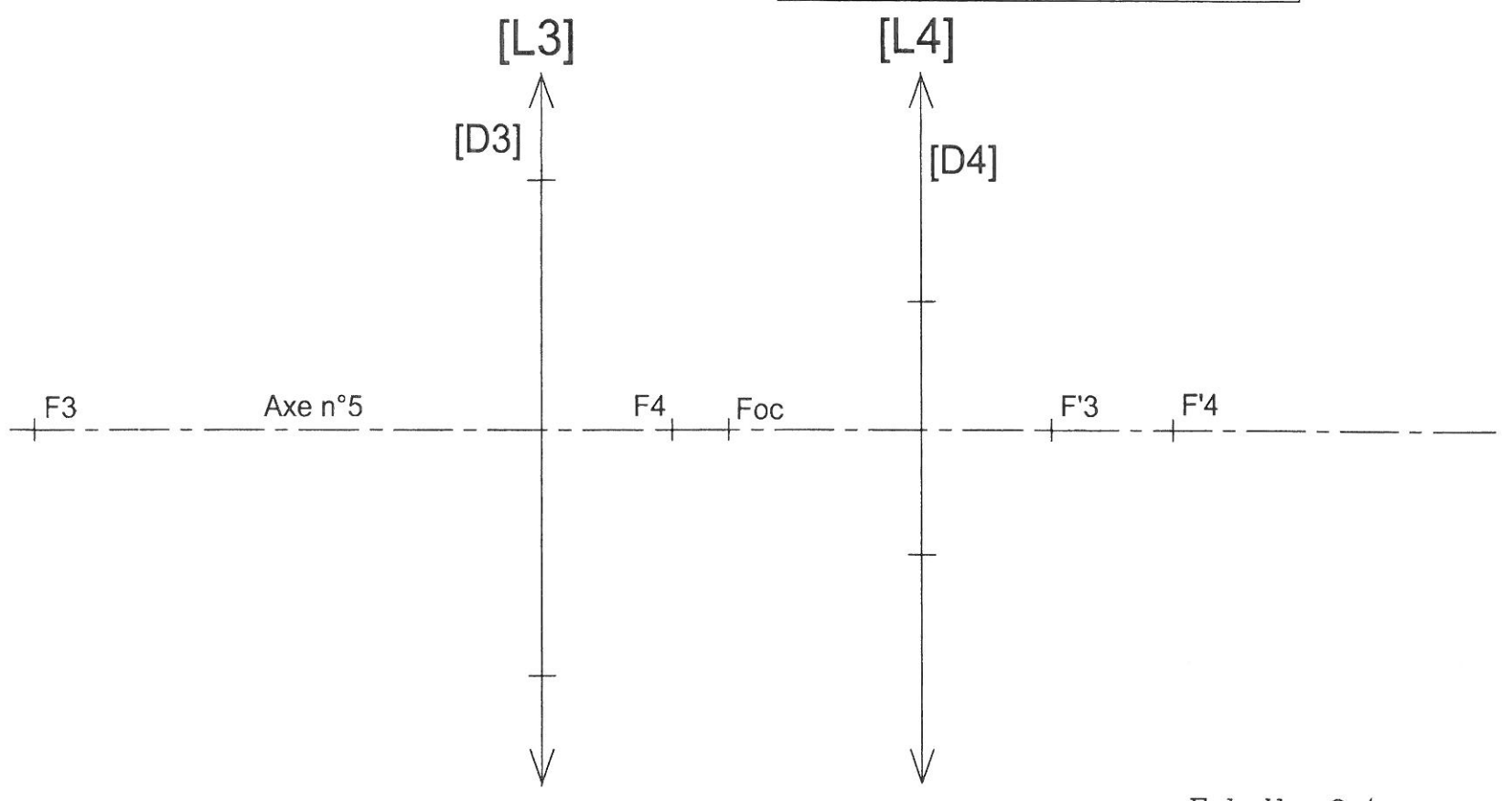
Notation	D2a	D2b	D2c	D3a	D3b	D3c	D3d	D3e	Total D	Total A+B+C+D	Note /20

Partie D

QD1e) Champ objet

QD1a) Chaîne des conjugués

A2 $\xrightarrow{[L3]}$ A3 $\xrightarrow{[L4]}$ A'



QD2c) Intensité lumineuse perçue

0% 25% 50% 75% 100%

QD3a) Mise au point

Pièce n°

QD3b) Mouvement

Axe

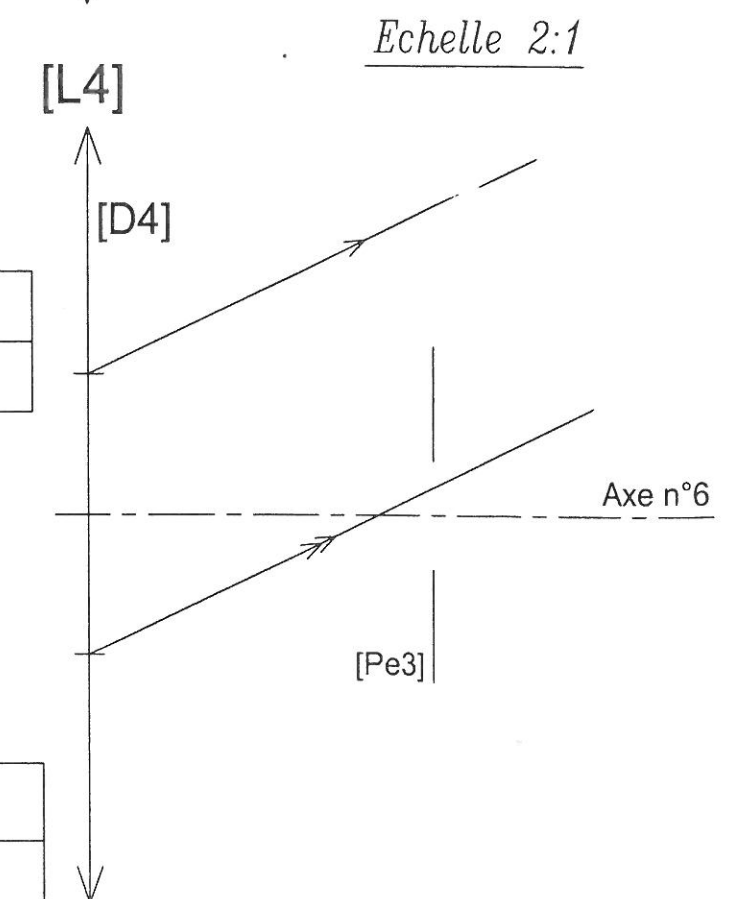
QD3c) Mouvement 13/11

Axe

Liaison 13/11

QD3d) Système de transformation de mouvement

QD3e) Nombre de tours du bouton de mise au point 18



Echelle 2:1