

ETUDE TECHNIQUE DES SYSTEMES OPTIQUES – U43

Session 2017

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 16/11/199).

Document à rendre : Feuille 5/5 recto-verso.

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

Feuille 1/5 : Page de garde.

Feuille 2/5 : Dessin d'ensemble – Sous-système de mise au point.

Feuille 3/5 : Monture azimutale (commandes de rotation lente horizontale et verticale).

Feuille 4/5 : Travail demandé.

Feuille 5/5 : Document-réponse recto-verso à rendre en fin d'épreuve.

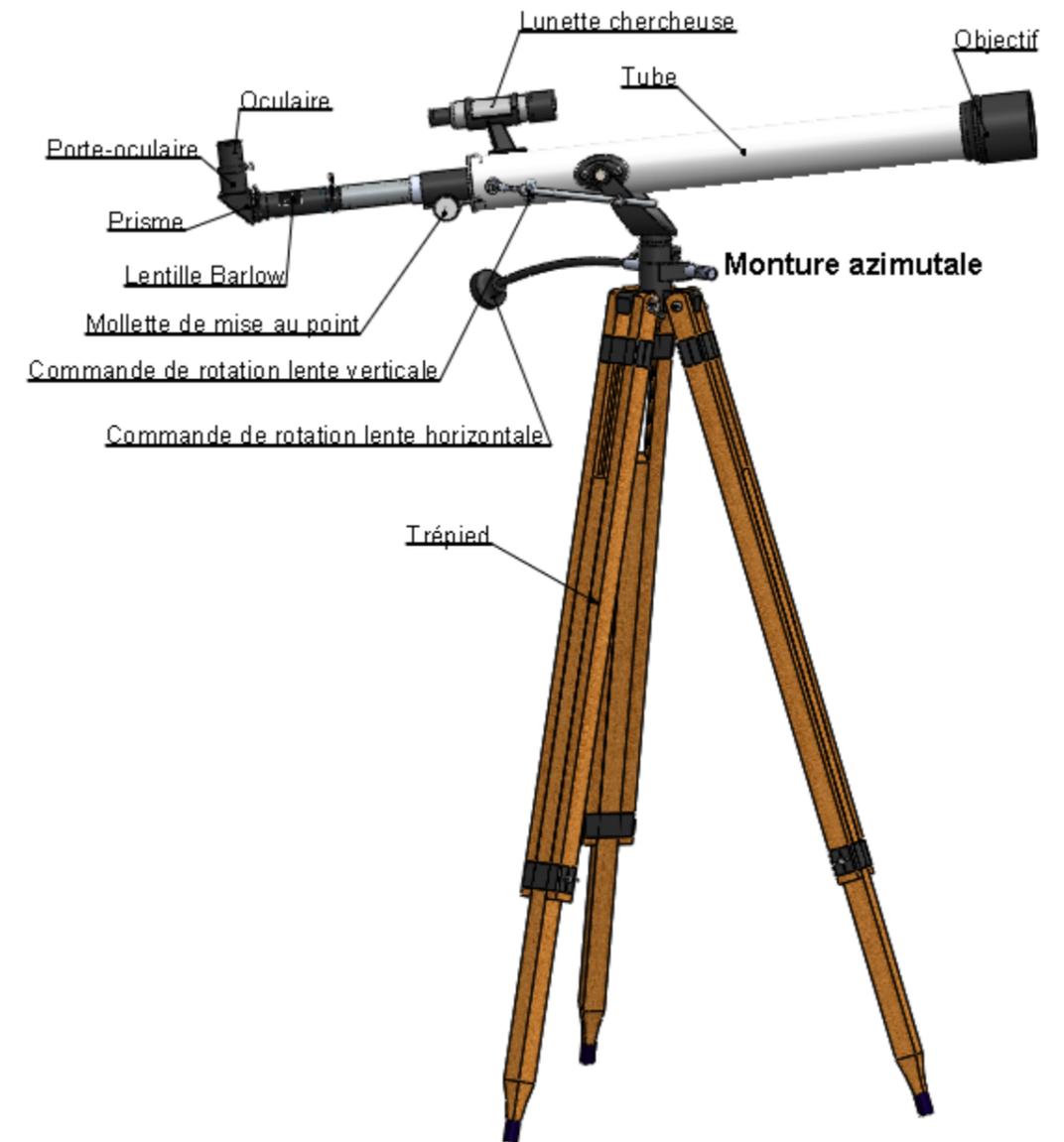
1. Introduction

La lunette astronomique est un système centré dioptrique destiné à l'observation visuelle d'un objet à l'infini. Le double intérêt de cet instrument est d'augmenter l'angle sous lequel on voit un objet étendu infiniment éloigné et de collecter un maximum de lumière provenant de cet objet.

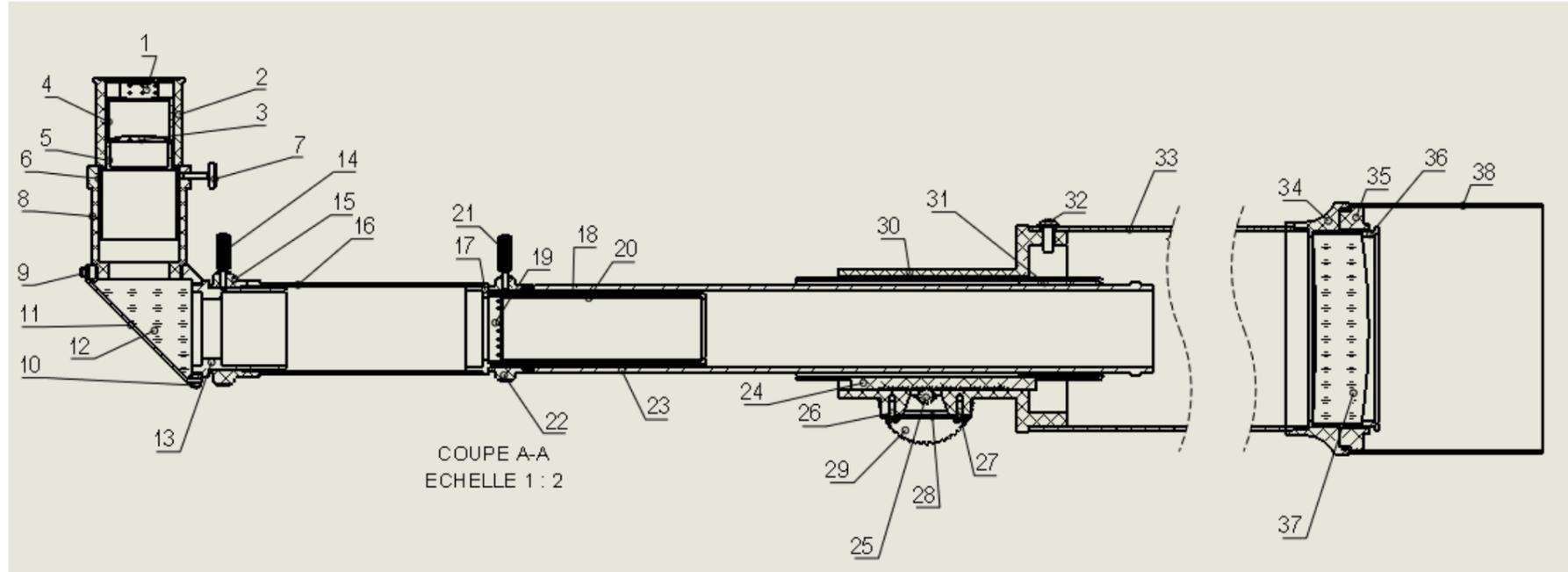
2. Présentation

La lunette astronomique est l'association d'un objectif $[L_1]$, d'un prisme à 45° afin d'améliorer le confort d'utilisation et d'un doublet oculaire $[L_5]$ et $[L_6]$.

On peut adjoindre une lentille de Barlow $[L_B]$ entre l'objectif et le prisme afin d'augmenter le grossissement de la lunette.



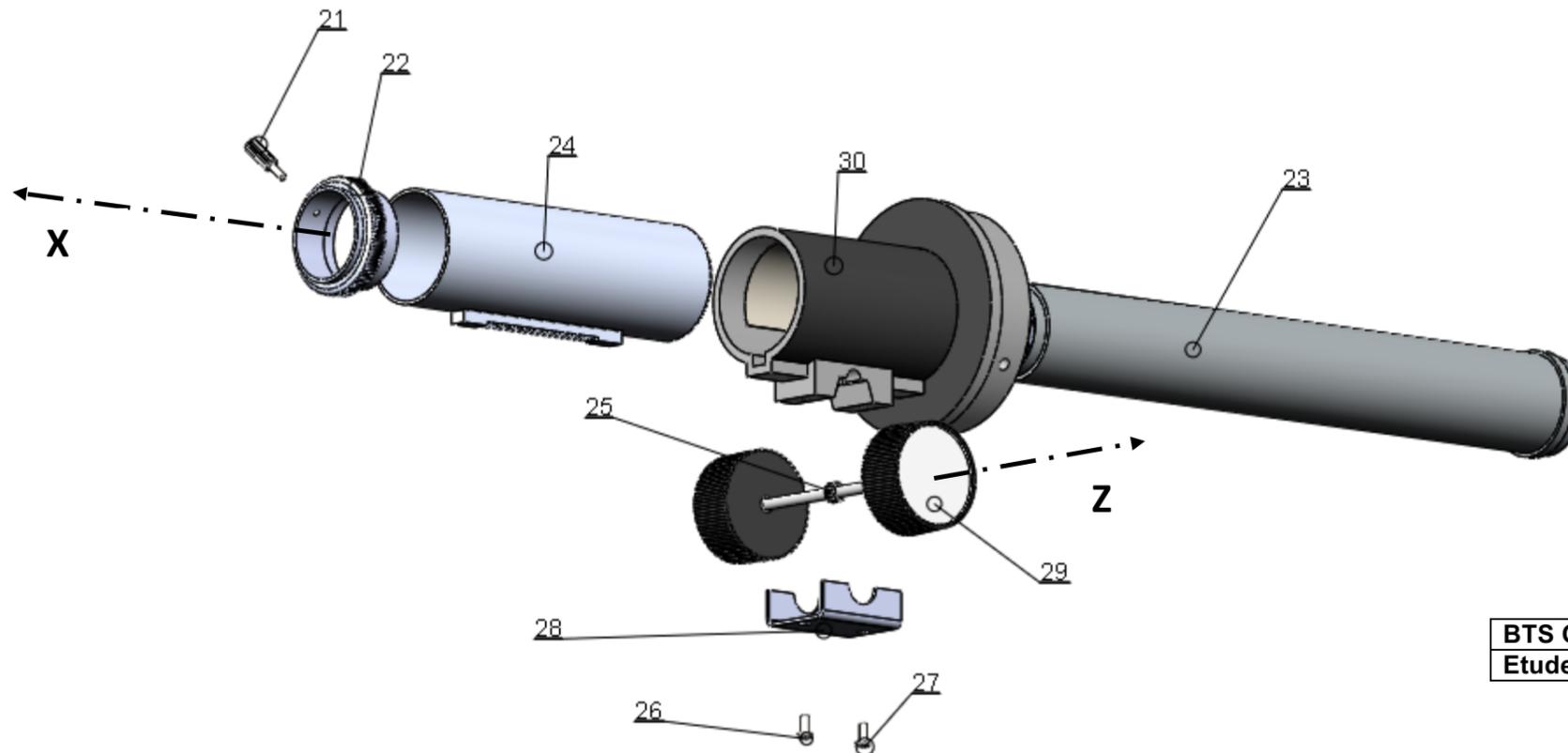
3. Dessin d'ensemble



Groupes cinématiques :

- I = {1,2,3,4,5,6,7, 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23}
- II = {24,31}
- III = {25,29}
- IV = {26,27,28,30,32,33,34,35,36,37,38}

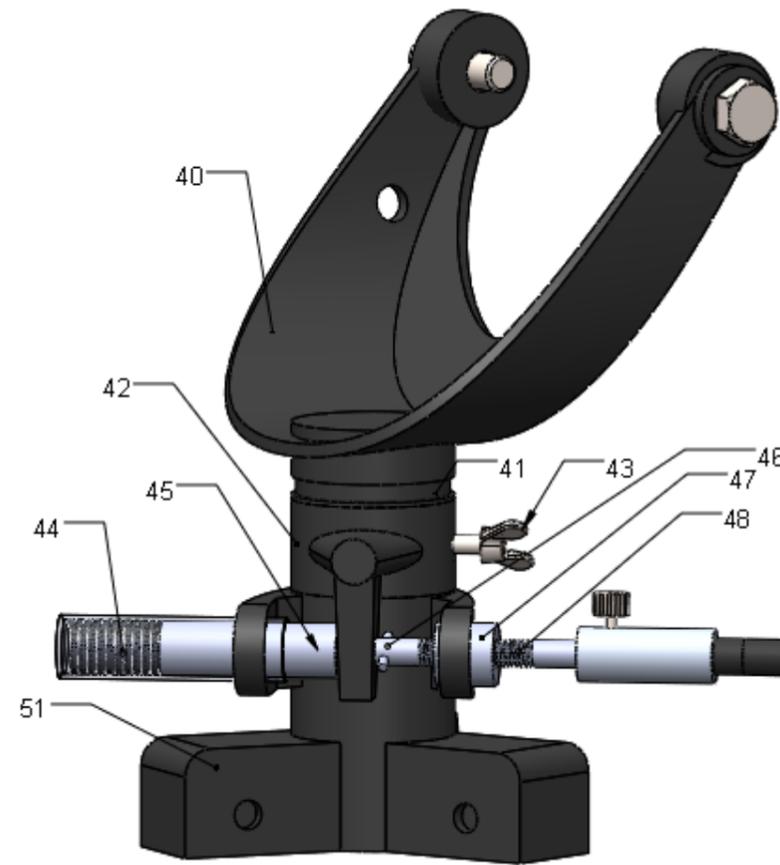
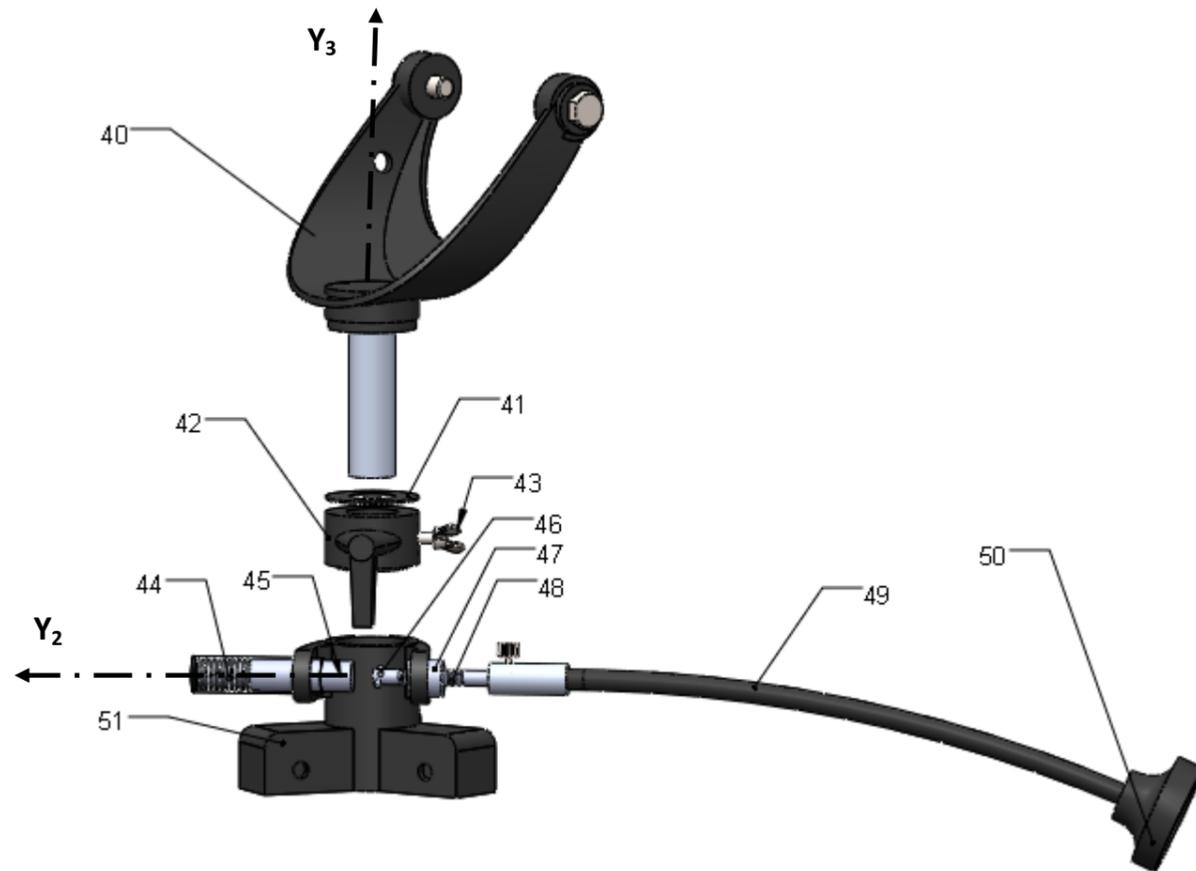
4. Sous-système de mise au point



Rep	Nb	Désignation
1	1	Lentille L ₆
2	1	Porte-oculaire
3	1	Lentille L ₅
4	1	Entretoise
5	1	Entretoise
6	1	Tube porte oculaire
7	1	Vis
8	1	Tube porte oculaire
9	1	Vis
10	1	Vis
11	1	Support de prisme
12	1	Prisme
13	1	Tube
14	1	Vis
15	1	Bague de raccord
16	1	Tube
17	1	Tube
18	1	Tube
19	1	Lentille de Barlow L _B
20	1	Tube
21	1	Vis
22	1	Bague de raccord
23	1	Tube
24	1	Tube crémaillère
25	1	Pignon
26	1	Vis de fixation
27	1	Vis de fixation
28	1	Tôle de maintien
29	2	Mollette de mise au point
30	1	Raccord tube de lunette
31	1	Joint siliconé
32	1	Vis
33	1	Tube de la lunette
34	1	Cale
35	1	Bague raccord
36	1	Cale
37	1	Lentille d'objectif L ₁
38		Ecran rosée

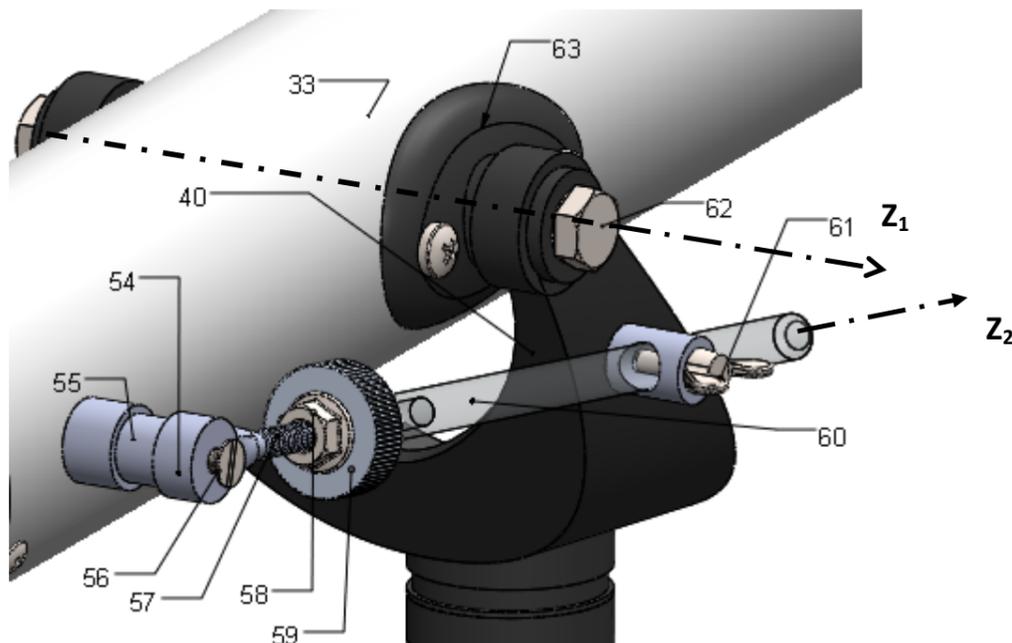
5. Monture azimutale

5.1 Commande de rotation lente horizontale

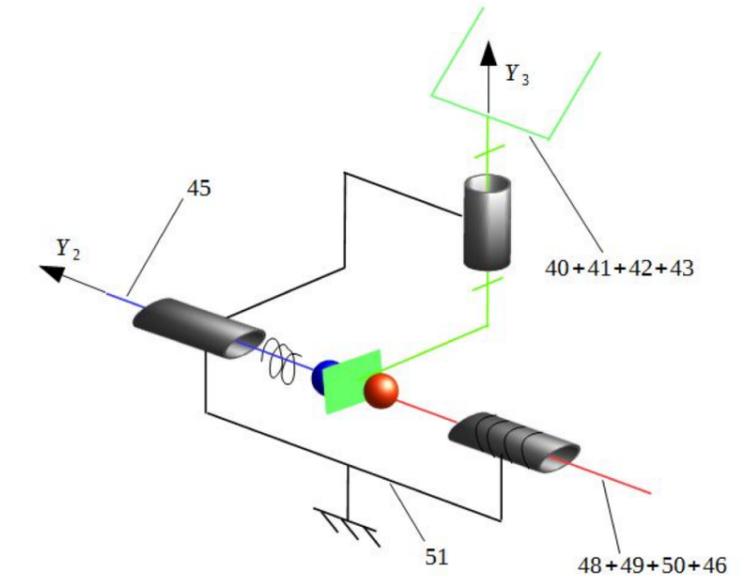


Rep	Nb	Désignation
40	1	Support tube de lunette
41	1	Rondelle
42	1	Barillet
43	1	Vis de blocage
44	1	Ressort
45	1	Cylindre
46	1	Tête d'appui
47	1	Ecrou
48	1	Tige filetée
49	1	Flexible
50	1	Commande de rotation horizontale
51	1	Support

5.2 Commande de rotation lente verticale



Rep	Nb	Désignation
33	1	Tube de la lunette
40	1	Support tube de lunette
54	1	Rotule
55	1	Support
56	1	Vis
57	1	Tige filetée
58	1	Ecrou
59	1	Commande de rotation verticale
60	1	Tube creux
61	1	Vis
62	1	Vis
63	1	Plaque



6. Travail demandé

Les dimensions des éléments de la lunette ont été modifiées pour faciliter les constructions graphiques.

Partie A : étude de la mise au net de l'observateur (échelle 1:1)

La lunette est composée :

- d'un objectif, représenté par une lentille mince [L₁] de foyer image F'₁ non représenté,
- d'un prisme dont la face [M₃] réfléchit les rayons provenant de la face d'entrée [S₂]. Il est taillé dans du verre d'indice 1,5,
- d'un oculaire formé par l'association de deux lentilles [L₅] (foyers principaux F₅ et F'₅) et [L₆] (foyers principaux F₆ et F'₆), non représentée. Les plans principaux de l'oculaire [H_{oc}] et [H'_{oc}] sont donnés ainsi que ses foyers F_{oc} et F'_{oc}.

L'œil schématisé par son plan principal [H_{œil}] est placé dans le plan [F'₅]. Son remotum sera noté [R] et sa rétine [R']. La mise au point de cette lunette est faite pour observer un [plan objet] à l'infini.

Partie A1 : Observateur emmétrope n'accommodant pas (figure n°1)

- a) En utilisant le rayon n°1 donné, déterminer la position de la lentille [L₆].
- b) En déduire le foyer image F'₆ de la lentille [L₆] puis placer F₆, indiquer le symbole de la lentille.
- c) Compléter la chaîne des conjugués. (A point objet à l'infini sur l'axe optique).
- d) Placer ou construire les conjugués A₁, A₂, A₃, A₄, A₅, A₆ d'un objet ponctuel A à l'infini sur l'axe. On justifiera les calculs effectués pour le prisme dans le cadre prévu.
- e) Placer le foyer image F'₁ de l'objectif. Coter la distance S₂A₁.
- f) Calculer le grossissement de la lunette afocale avec $G = \left| \frac{f'_1}{f'_{oc}} \right|$.

Partie A2 : Observateur amétrope (figure n°2) (ressources mécaniques feuille 2/5)

La mise au net de la lunette s'effectue en déplaçant le bloc [prisme + oculaire] par rapport à l'objectif. Ce réglage peut s'effectuer grossièrement en agissant sur le tube REP 23 à la main (liaison pivot glissant / groupe II), puis en actionnant la molette de mise au point pour un réglage fin.

L'oculaire est schématisé par son système centré [H_{oc}] et [H'_{oc}] de foyers F_{oc} et F'_{oc}.

Il est réglé pour la vision nette par un œil amétrope n'accommodant pas. L'objet A est à l'infini sur l'axe optique.

- g) Compléter la chaîne des conjugués.
- h) Poursuivre le trajet optique du rayon n°2 donné jusqu'à l'œil, et en déduire la position du remotum de l'œil amétrope.
- i) Coter H_{œil}R et calculer la réfraction axiale principale. Donner l'amétropie de l'observateur.
- j) Placer les conjugués A₁, A₂, A₃ et A₆ d'un objet ponctuel A situé à l'infini sur l'axe, ainsi que le foyer F'₁ de l'objectif. On justifiera les calculs effectués pour le prisme dans le cadre prévu.
- k) Coter la nouvelle distance S₂A₁. Donner la valeur du déplacement du bloc [prisme + oculaire] par rapport à l'objectif [L₁].
- l) Pour le réglage rapide, préciser le(s) mouvement(s) et le(s) axe(s) entre les groupes cinématiques I/(II+III+IV).
- m) Donner le numéro du repère de la molette de mise au point. Préciser la nature et l'axe du mouvement de cette pièce par rapport au groupe cinématique IV.
- n) Quelle est la nature du mouvement du groupe cinématique II par rapport au groupe cinématique IV lorsque la molette de mise au point est actionnée ? Donner l'axe du mouvement et le nom de la liaison entre les groupes II et IV.
- o) Quel est le nom du système de transformation permettant ce mouvement (en précisant le repère des pièces citées) ?

Partie B : Etude des champs (Figure n°3), échelle 1:1

La lunette est à nouveau réglée pour un œil emmétrope n'accommodant pas.

L'objectif [L₁] et le verre de champ [L₅] de l'oculaire sont munis de diaphragmes [D_{obj}] et [D_{oc}]. Le conjugué [D_{oc1}] de [D_{oc}] dans l'espace de travail est donné :

$$[D_{oc1}] \xrightarrow{S_2} [D_{oc2}] \xrightarrow{M_3} [D_{oc3}] \xrightarrow{S_4} [D_{oc}]$$

L'espace de travail pour l'étude des champs est le milieu intermédiaire délimité par l'objectif et la face d'entrée [S₂] du prisme.

La position des images intermédiaires A₁, A₂, A₃ et A₄ est donnée.

- p) Tracer le plan des champs de l'espace de travail, et identifier la pupille [P_{up1}].
- q) Tracer le faisceau de pleine ouverture s'appuyant sur le bord supérieur B_{L1} du champ de pleine lumière, puis déterminer le bord du champ total B_{T1}.
Les reporter en vue de gauche et colorier le champ de contour en bleu.
- r) Construire les conjugués du bord du champ de pleine lumière B_L, B_{L2}, B_{L3}, B_{L4} et B_{L6}.
- s) Calculer le grossissement de la lunette avec $G = \left| \frac{\tan \alpha'_{pl}}{\tan \alpha_{pl}} \right|$.
- t) Placer le diaphragme qui permet de supprimer le champ de contour. Le nommer [DC]

Partie C : Lentille de Barlow (Figure n°4)

La lunette est toujours réglée pour un œil emmétrope n'accommodant pas.

La lunette est maintenant munie d'une lentille de Barlow [L_B] placée entre l'objectif et le prisme.

On donne sur le schéma les conjugués A, A₁, A_B, A₂, A₃, A₄ (voir la chaîne des conjugués) ainsi qu'un point de la limite du champ de pleine lumière B_{L4}.

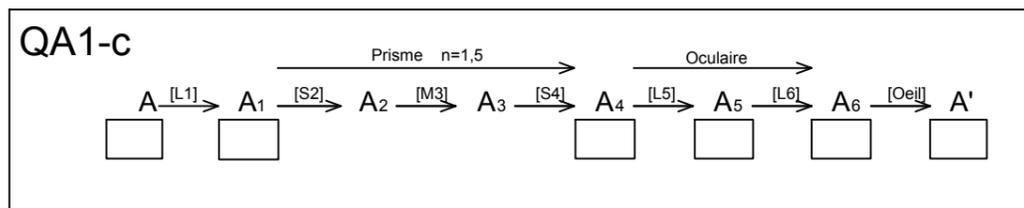
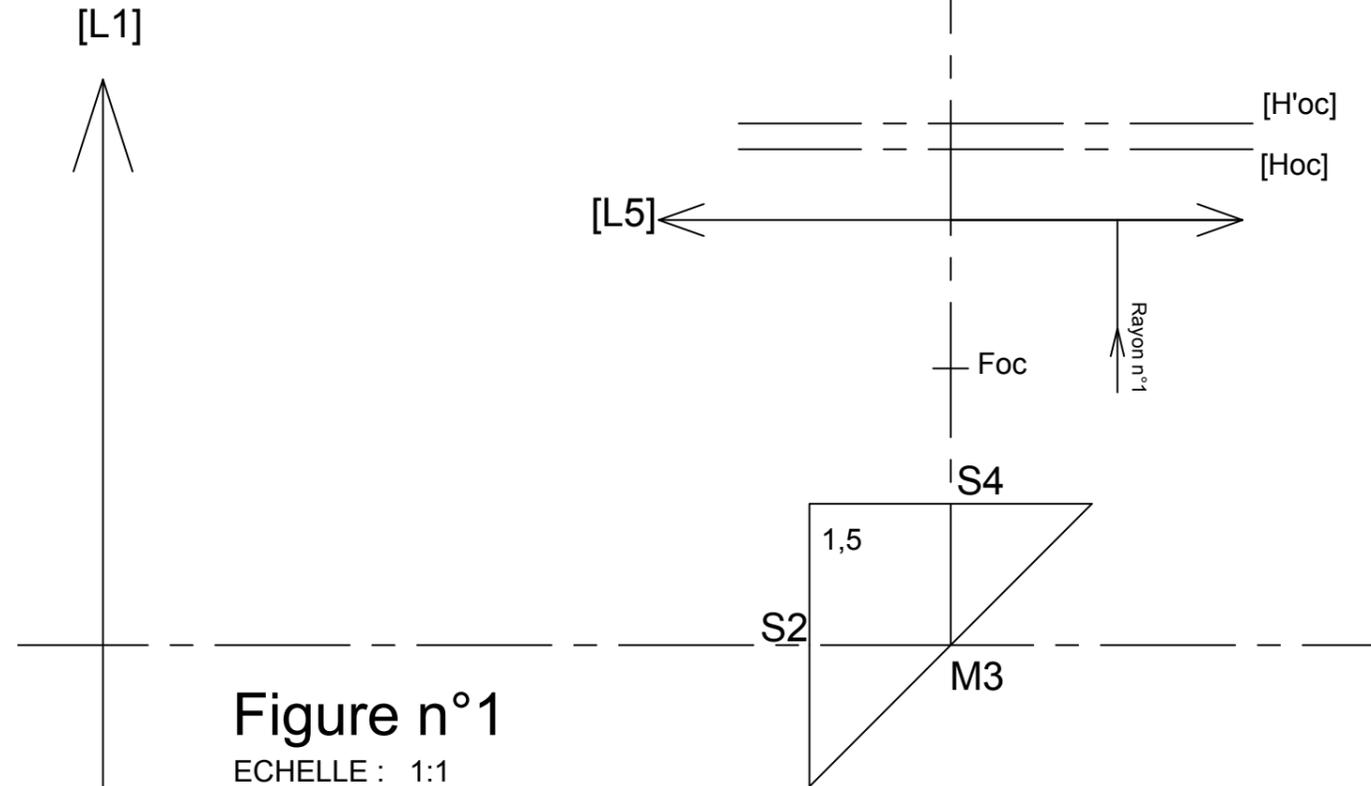
- u) Placer B_{L3}, B_{L2}, B_{L1}, conjugués de B_{L4}, puis construire B_{L1} et B_L.
- v) Calculer la nouvelle valeur du grossissement G (sachant que la valeur du demi-champ apparent α'_{pl} est identique à la partie B).
- w) Compléter le cadre QC-w en indiquant (par : +, - ou =) la variation du grossissement et du champ observable, entre les parties C et B.

Partie D : monture azimutale (ressources mécaniques feuille 3/5)

- x) Pour la commande de rotation horizontale lente, préciser le mouvement et l'axe de la pièce 50 par rapport au support 51.
- y) Donner le mouvement et l'axe du support du tube de lunette 40 par rapport au support 51, lorsque l'utilisateur agit sur la commande de rotation lente horizontale 50.

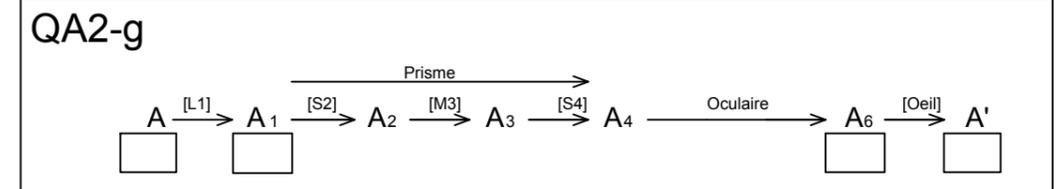
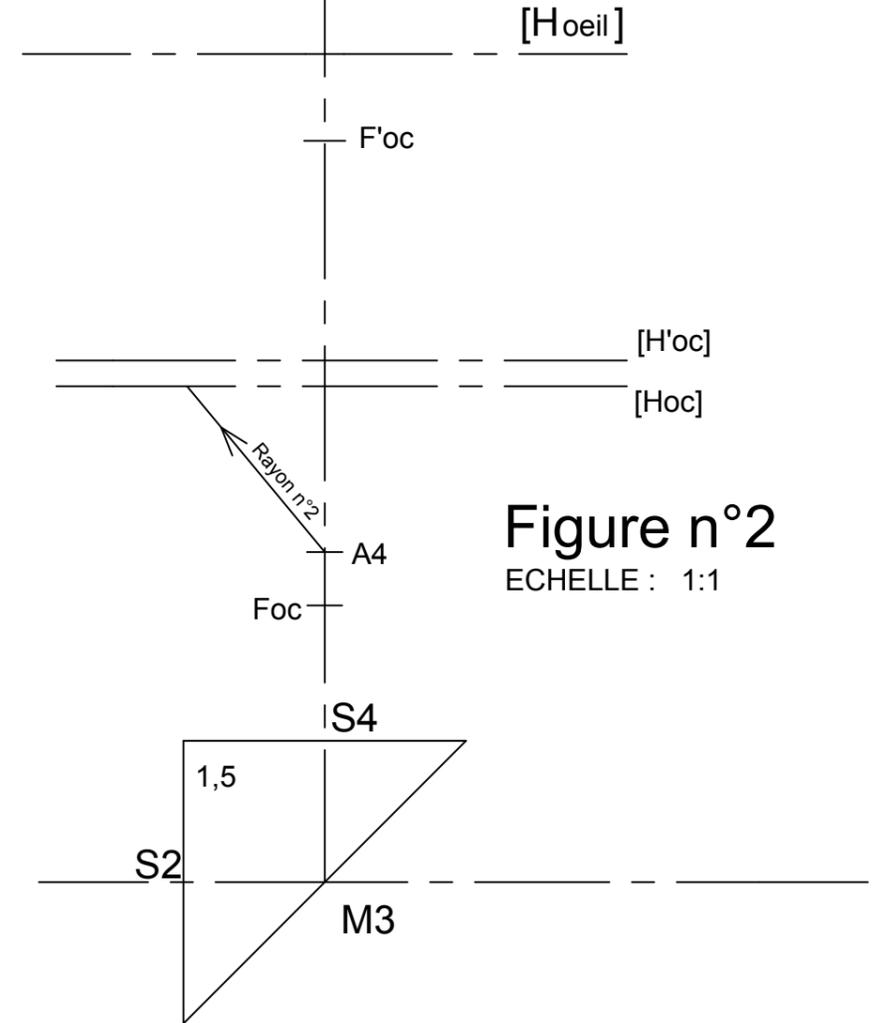
RECTO

QA2-I Mouvement(s) et axe(s) :	QA2-o Transformation de mouvement :
QA2-m Repère :	QA2-n Mouvement et axe :
Mouvement et axe :	Liaison :



QA1-d

QA1-f



QA2-i
R :

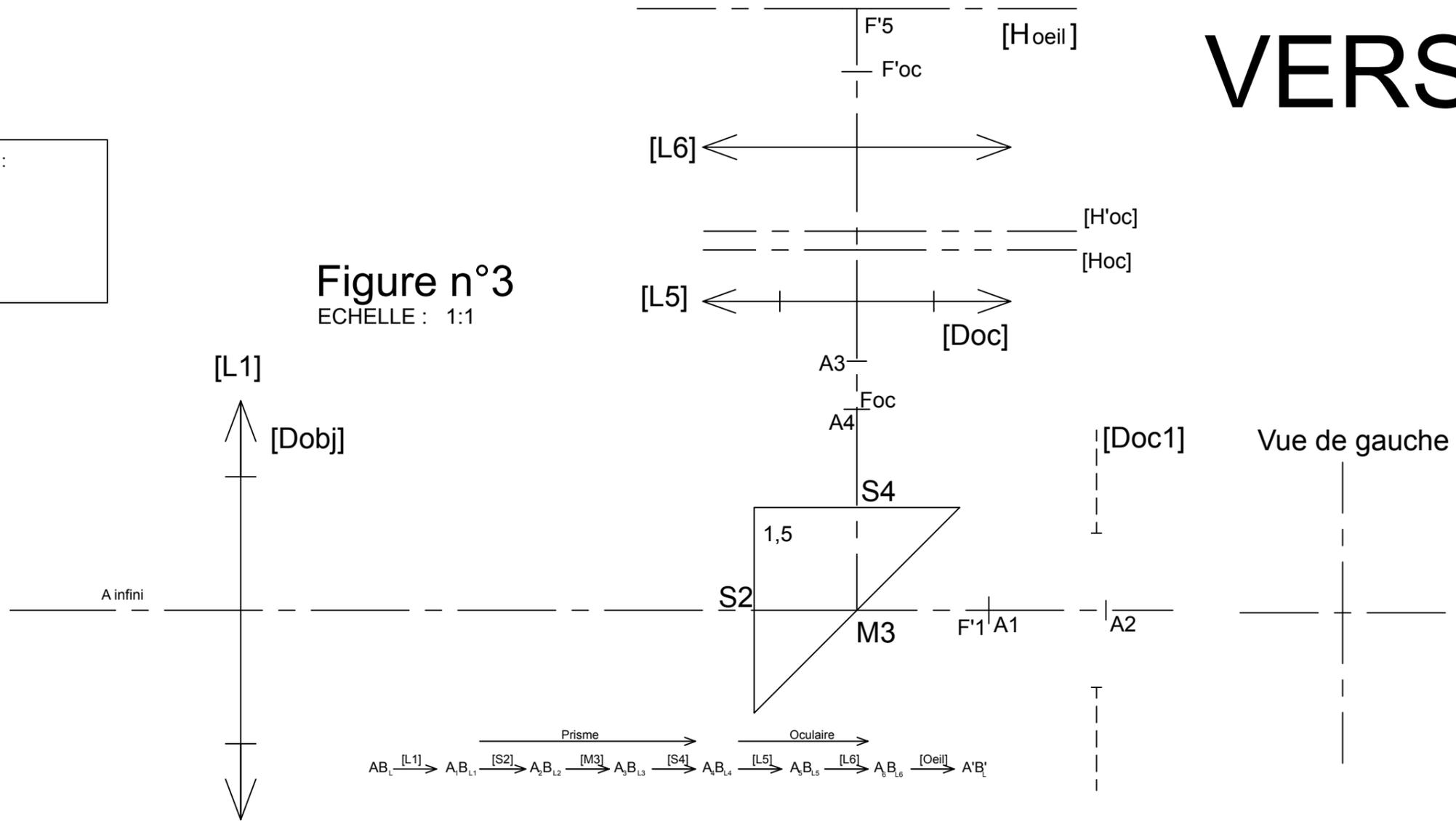
amétropie :

QA2-j

QA2-k

QB-s Grossissement :

Figure n°3
ECHELLE : 1:1

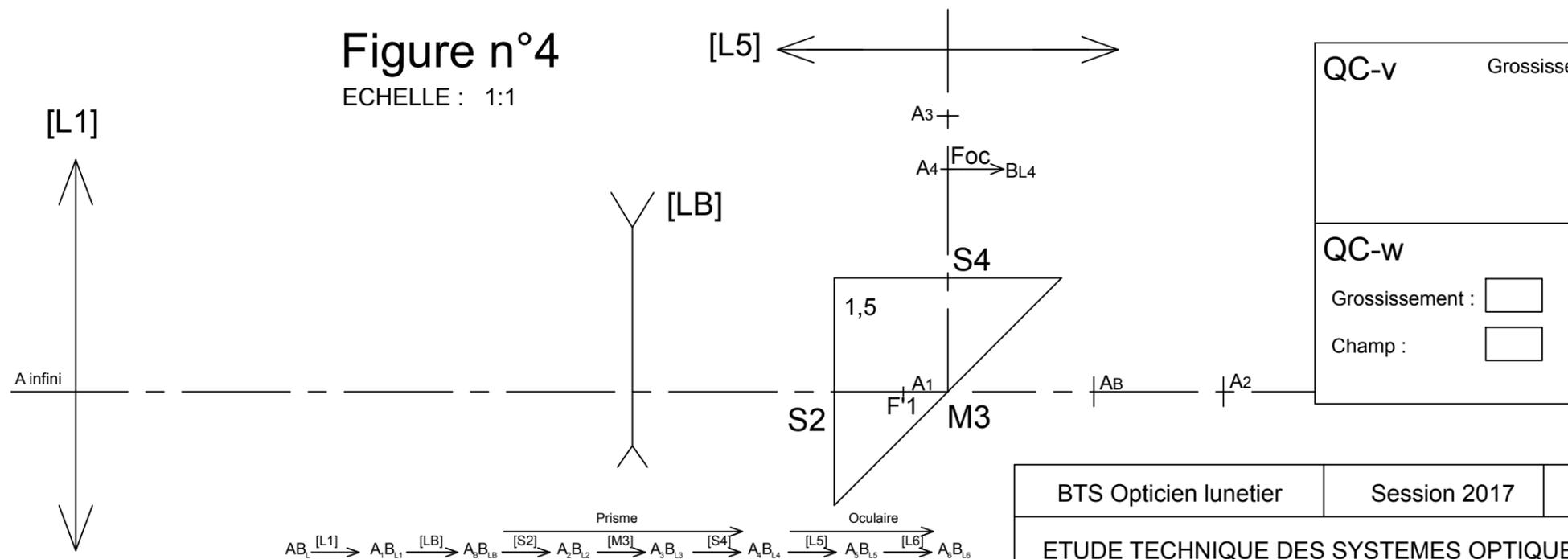


VERSO

QD-x
Mouvement :
Axe :

QD-y
Mouvement :
Axe :

Figure n°4
ECHELLE : 1:1



QC-v Grossissement :

QC-w
Grossissement :
Champ :