

**TP1 CH17 La lumière : cellule photovoltaïque****ÉNONCÉ ET ÉVALUATION**

NOM :	Prénom :
-------	----------

ÉVALUATION				
Compétences	Niveaux validés			
	A	B	C	D
s'APProprier				
ANALyser				
RÉALiser				
VALider				
<b>Note :</b>		<b>/20</b>		

**OBJECTIFS DU SUJET**

Déterminer le rendement d'une cellule photovoltaïque.

**CONTEXTE DU SUJET**

En 2012, avec une part de 74,8 % de la production d'énergie électrique française, le nucléaire est très loin devant les autres énergies. Le photovoltaïque ne représente alors que 0,7 %. Le rendement moyen d'un panneau solaire varie entre 2 % et 14 % et ce rendement dépend, entre autre, des matériaux dont il est composé.

Pourtant, de plus en plus de « champs photovoltaïques » apparaissent dans les zones urbaines ou rurales françaises comme en témoigne l'illustration ci-contre.

*Illustration Wikimedia Commons*



**Le but de cette épreuve est de déterminer expérimentalement le rendement d'une cellule photovoltaïque du laboratoire puis de déterminer l'ordre de grandeur de la puissance électrique qui pourrait être fournie par le « champ » de cellules photovoltaïques photographié ci-dessus, en supposant qu'elles aient des caractéristiques identiques à celle qui fait l'objet de l'étude.**

## Pour chaque poste

### Paillasse candidats :

- Une cellule photovoltaïque de surface  $S$  donnée par le constructeur (pouvant faire partie d'un kit sur les énergies renouvelables présent dans les établissements pour les filières STI2D). Selon la présentation de la cellule photovoltaïque, il faudra éventuellement prévoir un support.
- Une lampe halogène (230 V- 50 W) sur potence dont l'inclinaison est réglée au préalable.
- Deux multimètres numériques.
- Une boîte de résistance à décades **dont les valeurs sont à ajuster en fonction de la lampe et de la cellule utilisées.**
- Un interrupteur.
- Fils électriques.
- Luxmètre et sa notice simplifiée.
- Règle graduée de 50 cm ou mètre ruban.
- Ordinateur avec tableur grapheur et sa notice simplifiée.

### Paillasse professeur :

- Si l'établissement ne possède pas autant de luxmètre que de poste, le matériel sera mis à disposition sur la paillasse professeur.

### Documents mis à disposition des élèves :

Les solutions totales proposées par la suite sont évidemment corrélées au matériel disponible. Les professeurs évaluateurs devront, lors de la préparation du sujet, rédiger une solution parfaitement adaptée à la situation locale.

**Attention** suivant la lampe utilisée la conversion lux/  $W.m^{-2}$  est modifiée.

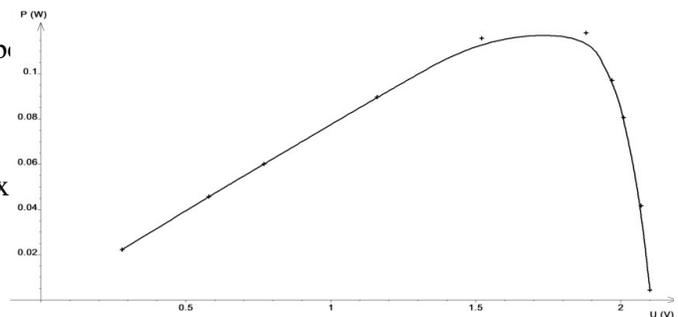
Se référer au document en ligne suivant si besoin :

<http://www.astuces-pratiques.fr/maison/efficacite-lumineuse-des-lampes-lumen-par-watt>

Allure de la courbe  $P = f(U)$  dans la situation propo

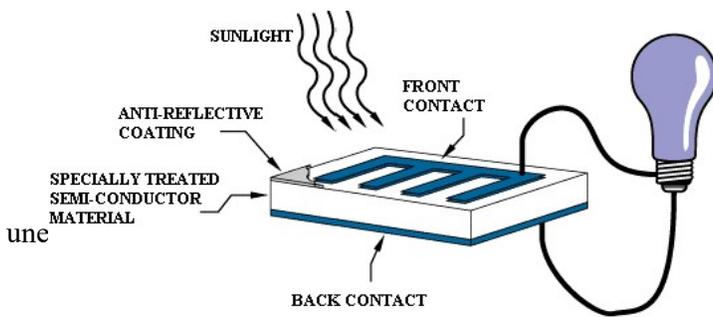
$$P_{max} = 117 \text{ mW}$$

Pour la lampe utilisée, la conversion était de 15 lux correspondant à  $1,0 W.m^{-2}$



**DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT**

**Document 1 : Fonctionnement d'une cellule photovoltaïque**



Symbole

Lorsque la cellule reçoit de la lumière, elle apparaît à ses bornes. Elle se comporte alors comme un générateur.

*D'après Wikimedia Commons, photovoltaic cell*

**Document 2 : Grandeurs caractéristiques**

• Pour un éclairement  $E$  donné, la cellule photovoltaïque se comporte comme un générateur qui fournit au circuit une puissance électrique  $P$ . Une tension électrique  $U$  existe entre ses bornes et elle délivre un courant d'intensité  $I$ , les trois grandeurs  $P$ ,  $I$  et  $U$  sont liées par la relation :

$$P = U \cdot I$$

$P$  en watt,  $I$  en ampère et  $U$  en volt.

• Le rendement de la cellule photovoltaïque  $\eta$  est le quotient de la puissance électrique maximale  $P_{max}$  générée sur la cellule, par la puissance lumineuse  $P_{lum}$  qu'elle reçoit :

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{lum}}$$

•  $P_{lum} = E \cdot S$  où  $E$  est l'éclairement de la cellule mesuré en  $W \cdot m^{-2}$  et  $S$  la surface de la cellule photovoltaïque exprimée en  $m^2$ .

L'éclairement  $E$  mesuré, varie avec la distance lampe-luxmètre et l'orientation de la source lumineuse.

**MATERIEL MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT**

**La cellule photovoltaïque disponible ne peut générer qu'un courant maximal de 100 mA et une tension maximale de 2,5 V.**

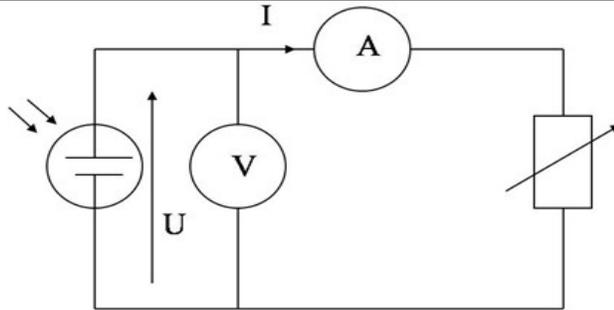
- Cellule photovoltaïque de surface  $S = \dots\dots\dots m^2$ .
- Lampe halogène pour laquelle  $\dots\dots\dots lux$  correspond à  $\dots\dots\dots W \cdot m^{-2}$ .
- 2 multimètres numériques.
- Une boîte de résistances à décades (de 1  $\Omega$  à 10 k $\Omega$ ) de symbole :
- Fils électriques.
- Un interrupteur.
- Luxmètre et sa notice simplifiée.
- Règle graduée de 50 cm.
- Ordinateur avec tableur grapheur.

## TRAVAIL A EFFECTUER

### 1. Appropriation de la situation-problème par le candidat. (10 minutes conseillées)

Le montage ci-dessous permet de mesurer la tension  $U$  aux bornes d'une cellule photovoltaïque et l'intensité  $I$  qu'elle génère lorsqu'elle est éclairée par une lampe halogène.

Schéma du montage



On souhaite obtenir le graphe  $P = f(U)$  de la cellule photovoltaïque utilisée, en utilisant ce montage. Indiquer un paramètre expérimental à maintenir constant et les grandeurs qu'il faudra faire varier pour obtenir différents points de mesures.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<b>APPEL N°1</b> 	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le résultat de la réflexion ou en cas de difficulté</b>
---	---

### 2. Réalisation du montage pour l'acquisition de valeurs expérimentales. (30 minutes conseillées)

2.1 Réaliser le montage.

La distance lampe-cellule photovoltaïque doit être fixée à 30,0 cm.

**Ne pas mettre sous tension la lampe halogène avant vérification du montage par le professeur.**

<b>APPEL N°2</b> 	<b>Appeler le professeur pour la vérification du montage ou en cas de difficulté et faire la mesure.</b>
---	--







# TP2 CH17 La lumière : la lunette astronomique

## ÉNONCÉ ET ÉVALUATION

NOM :

Prénom :

ÉVALUATION				
Compétences	Niveaux validés			
	A	B	C	D
s'APProprier				
ANALyser				
RÉALiser				
VALider				
<b>Note :</b>	<b>/20</b>			

### OBJECTIFS DU SUJET

Réaliser une maquette de lunette astronomique ou utiliser une lunette commerciale pour en déterminer le grossissement.

Vérifier la position de l'image intermédiaire en la visualisant sur un écran.

### CONTEXTE DU SUJET

Galilée publie en 1610 un ouvrage intitulé *Le Messager céleste*, dans lequel il relate les premières découvertes dues à sa lunette (« des spectacles grandioses, uniques et remarquables »). Il y détaille les preuves du bien-fondé de la **théorie héliocentrique de Copernic** (1543). La plupart de ses contemporains adoptaient en effet de manière dogmatique le système de Ptolémée, qui considère la Terre comme le centre de l'Univers, autour de laquelle les astres sont en rotation. Copernic proposait une approche toute différente, en affirmant que le Soleil est le centre de l'Univers, et que les planètes tournent autour de lui.

Pour Galilée, si les satellites de Jupiter tournent autour de cette planète, pourquoi en serait-il autrement des planètes autour du Soleil ?

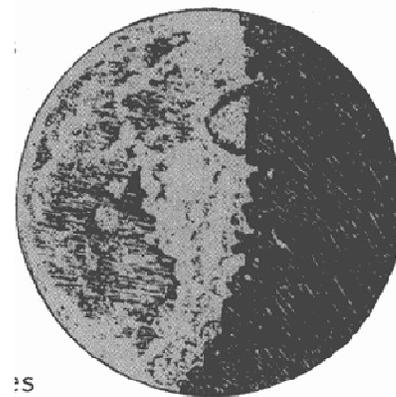
Le « message » de Galilée est « offert à la considération de tous les hommes, et spécialement des philosophes et des astronomes » : le savant est conscient de la portée de ses affirmations, qui conduiront de fait à sa condamnation par l'Inquisition en 1633. Pour avoir utilisé un instrument lors de ses observations, de par sa démarche scientifique qui consistait à confronter la théorie aux

bservations et à l'expérience, Galilée peut être considéré comme le fondateur de la physique moderne.

Notons que s'il savait construire des lunettes, Galilée ne connaissait pas leur fonctionnement : les lois de Descartes sur la réflexion et la réfraction de la lumière ne seront publiées qu'après sa condamnation.

D'après *Pour la Science*, «Les génies de la science» n° 1 (Galilée), p. 46 et 1. Bernard Cohen, *Les origines de la physique moderne*,

Le Seuil, 1993.

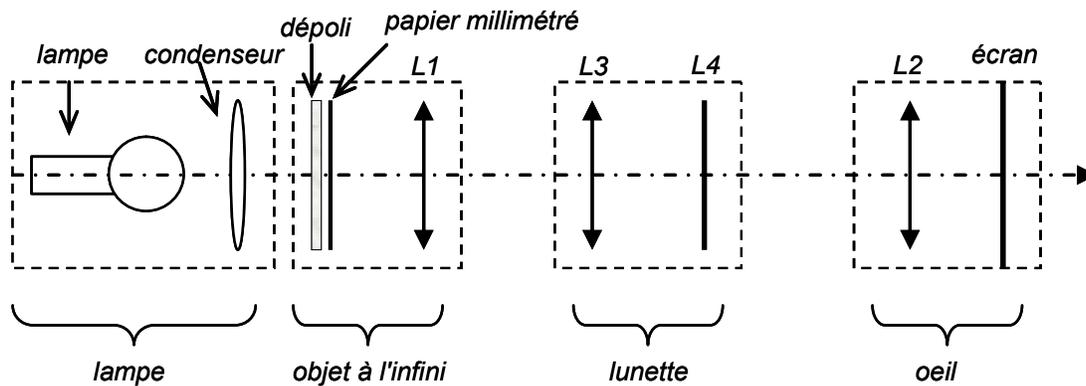


**Le but de cette épreuve est de déterminer expérimentalement le rendement d'une cellule photovoltaïque du laboratoire puis de déterminer l'ordre de grandeur de la puissance électrique qui pourrait être fournie par le « champ » de cellules photovoltaïques photographié ci-dessus, en supposant qu'elles aient des caractéristiques identiques à celle qui fait l'objet de l'étude.**

*est d'étudier deux dispositifs optiques afocaux : la lunette astronomique et la lunette de Galilée en simulant leur fonctionnement sur un banc d'optique.*

## MATERIEL MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT

- **Banc optique + lampe de bureau**
- Elément 1 : lampe + condenseur + support .
- Elément 2 : dépoli + papier millimétré + lentille convergente  $L_1$  ( $f_1' \approx +20$  cm).
- Elément 3 : lentille convergente  $f_2' \approx +15$  cm + écran
- Elément 4 : lentille convergente  $f_3' \approx +30$  cm + lentille convergente  $f_4' \approx +10$  cm + tige et de systèmes de fixation.
- Règle graduée de 50,0 cm.
- Diaphragme réglable
- Lunette astronomique commerciale



## TRAVAIL A EFFECTUER

### 1. Etude préliminaire. (10 minutes conseillées)

Le fonctionnement d'une lunette astronomique est simulé informatiquement à l'adresse

[http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/optiqueGeo/instruments/lunette\\_astro.html](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/instruments/lunette_astro.html).

### Étude du grossissement

On considère une lunette astronomique, constituée par les lentilles convergentes  $L_3$  et  $L_4$ . Le foyer image de  $L_3$  correspond au foyer objet de  $L_2$  :



Tracé des rayons provenant de l'infini :

- Tracer le chemin d'un rayon provenant de l'infini, parallèle à l'axe optique.
- Montrer, à l'aide de cette construction que le système est afocal.
- Retrouver ce résultat à l'aide des relations de conjugaison.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Détermination du grossissement (grandissement angulaire)

- Tracer le chemin (à travers la lunette) d'un rayon légèrement incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'axe optique, passant par le centre  $O_3$  de la lentille  $L_3$ .

On désignera par  $\alpha'$  l'angle des rayons sortant de la lunette, angle défini par rapport à l'axe optique.

- En déduire le chemin d'un rayon incident incliné par rapport à l'axe d'un même angle, ne passant pas par le centre de la lentille  $L_3$ .
- Tracer le rayon sortant du système passant par le centre  $O_4$  de la lentille  $L_4$ , incliné du même angle  $\alpha'$ .
- D'où provient ce rayon ? Tracer le rayon incident correspondant.

.....

.....

Le rayon incident passant  $O_3$  (incliné d'un angle  $\alpha$  en entrée) et ce rayon sortant passant par  $O_4$  (incliné d'un angle  $\alpha'$  en sortie) se coupent en un point A, situé dans le plan focal image de  $L_3$  (qui est aussi le plan focal objet de  $L_4$ ).

- Faire figurer sur ce schéma les angles  $\alpha$  et  $\alpha'$ . Placer le point A sur le schéma.
- Donner l'expression de  $\tan(\alpha)$  en fonction de  $\overline{F_3'A}$  et de la distance focale  $f_3'$  de  $L_3$ .
- Donner l'expression de  $\tan(\alpha')$  en fonction de  $\overline{F_4'A}$  et de la distance focale  $f_4'$  de  $L_4$ .
- En faisant l'approximation des petits angles, déduire une expression du grossissement de la lunette :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \text{ en fonction de } f_3' \text{ et } f_4'.$$

.....

.....

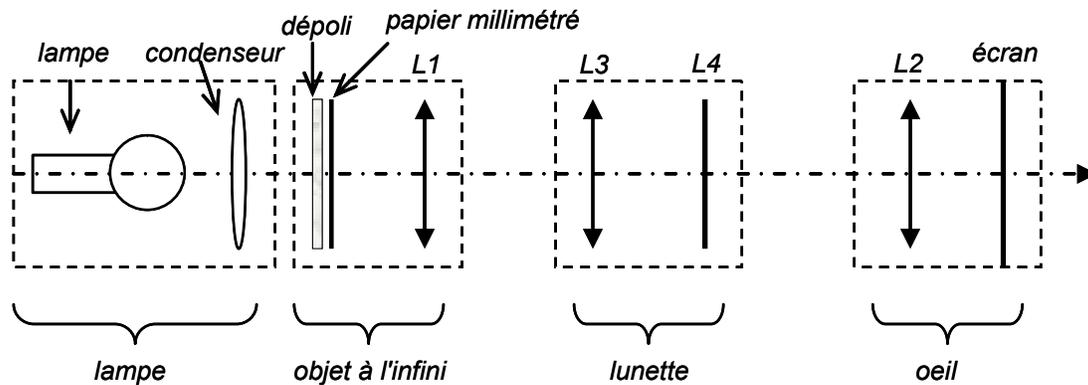
.....

.....

<b>APPEL N°1</b>	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté</b>
	

## 2. Réalisation du montage. (30 minutes conseillées)

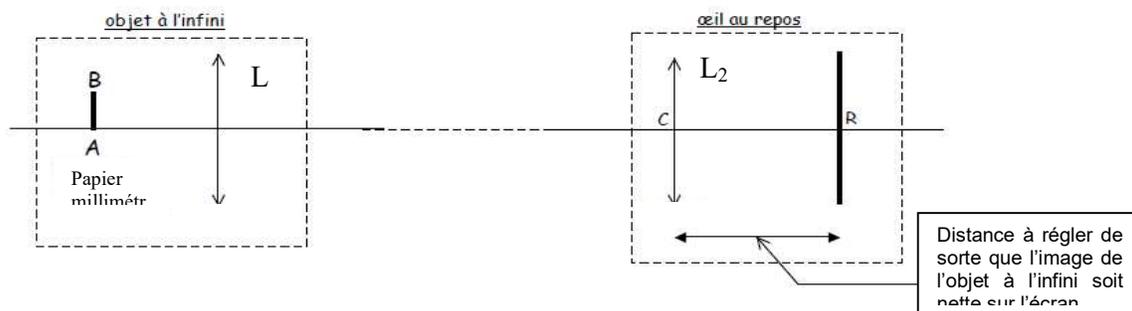
Le schéma de montage optique est le suivant :



### Objet à l'infini et œil au repos

On souhaite modéliser l'œil par une lentille convergente, de distance focale  $f_2' \approx +15 \text{ cm}$ , jouant le rôle du cristallin et par l'écran de projection qui jouera le rôle de la rétine.

- Placer l'écran à environ 1 m de la lentille  $L_1$  ( $f_1' \approx +20 \text{ cm}$ )
- Placer la lentille  $L_2$  devant l'écran et ajuster la distance lentille  $L_2$  – écran de manière à obtenir une image nette sur l'écran.



- Comparer la distance lentille-écran avec la distance focale de la lentille  $L_2$ .
- Vérifier que la taille de l'image sur l'écran correspond à la taille de l'objet initial (superposez pour cela une autre feuille de papier millimétré transparente).

La lunette astronomique va nous permettre d'augmenter la taille de cette image sur la rétine.

**Remarque importante : pour la suite, on ne touchera plus à ces réglages (distance séparant le papier millimétré de  $L_1$  et distance séparant  $L_2$  de l'écran) !!! On pourra en revanche modifier la position de l'ensemble de l'œil.**

### Lunette astronomique

- Positionner la lentille  $L_3$  sur le banc optique précédent, assez loin de  $L_1$ , en prenant pour focale :  $f_3' \approx 30 \text{ cm}$ .
- Placer la lentille  $L_4$ , après cette lentille, en prenant pour focale :  $f_4' \approx 10 \text{ cm}$ . Sans modifier la position de  $L_3$ , modifier celle de  $L_4$  afin de former une image nette sur l'écran. Solidariser les deux lentilles à l'aide d'une tige et de systèmes de fixation adaptés.
- Que peut-on dire de la distance séparant les deux lentilles  $L_3$  et  $L_4$  ?
- Vérifier que la position de la lunette n'a pas d'influence sur l'image. Conclure alors sur l'intérêt d'un tel système.







**5. Qualité essentielles d'une lunette astronomique**

•Une lunette astronomique est conçue pour observer les astres. Ils ne sont guère lumineux. Il faut donc que la lunette recueille le maximum de lumière. Plus le diamètre de l'objectif est grand, plus il recueille de lumière.

·Une lunette permet d'observer les détails d'un astre.

·La deuxième qualité d'une lunette est son pouvoir séparateur. On admet qu'une lunette permet de séparer des objets dont le diamètre apparent est  $\alpha > 1,2 \lambda / D_{ob}$

(  $D_{ob}$  est le diamètre de l'objectif et  $\lambda$  la longueur d'onde de la lumière reçue ).

·Plus le diamètre de l'objectif est grand, plus le pouvoir séparateur de la lunette est meilleur.

·La partie la plus importante de la lunette est son objectif. Mais il est difficile de fabriquer des lentilles d'objectif de diamètre important, sans imperfections (bulles d'air). La plus grande des lunettes actuelles n'a un diamètre que d'environ 1 m. On préfère utiliser des télescopes constitués de miroirs.

**Noter les caractéristiques de la lunette astronomique commerciale présente au laboratoire et les comparer à celes de la lunette que vous venez de créer.**

.....

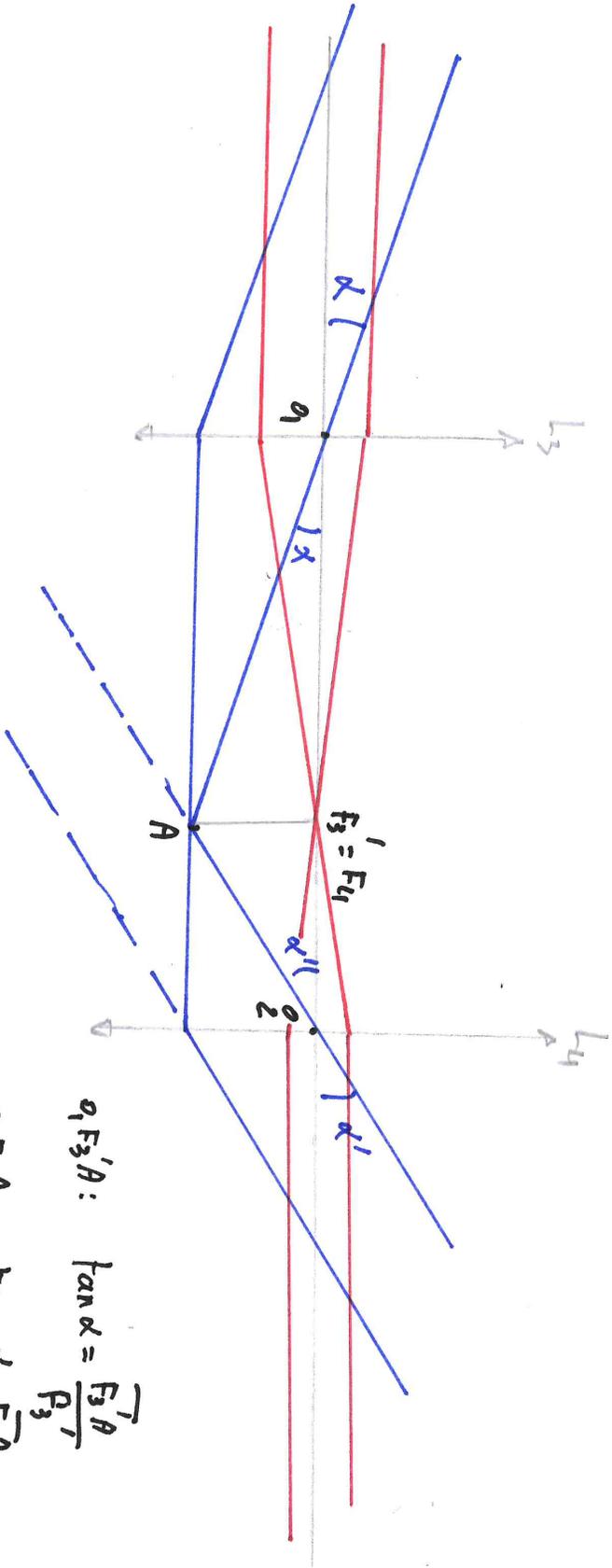
.....

.....

.....

.....

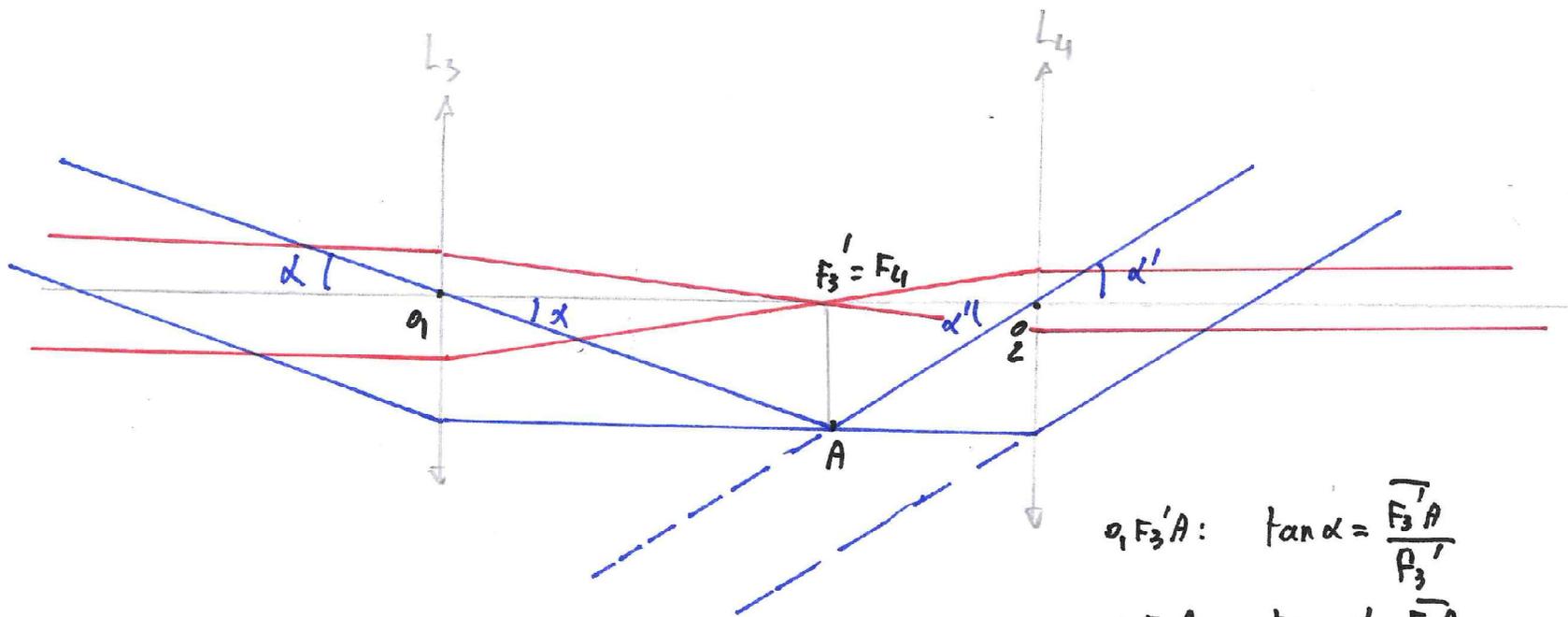
.....



$$a_1 f_3' A: \quad \tan \alpha = \frac{f_3' A}{f_3}$$

$$a_2 f_4 A: \quad \tan \alpha' = \frac{f_4 A}{f_4'}$$

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha} = \frac{f_3'}{f_4'} = \frac{27,0}{5,5} = \sqrt{4,9}$$



$$O_1 F_3' A: \tan \alpha = \frac{F_3' A}{F_3 A}$$

$$O_2 F_4 A: \tan \alpha' = \frac{F_4 A}{F_4' A}$$

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha} = \frac{F_3' A}{F_4' A} = \frac{27,0}{5,5} = \boxed{4,9}$$

**TP3 CH17 La lumière : Lunette de Képler**

## ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **quatre** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

**CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION**

Historiquement, on considère que la première lunette permettant d'observer l'espace a été inventée par Galilée en 1609. Enthousiasmé par le récit des découvertes que celui-ci venait de réaliser avec sa lunette, Kepler invente en 1611 une nouvelle combinaison optique plus performante. C'est la lunette de Kepler, maintenant nommée "lunette astronomique", qui fut ensuite préférée à celle de Galilée.

***Le but de cette épreuve est de fabriquer une lunette astronomique à partir du matériel d'optique que l'on peut trouver dans un laboratoire de lycée et de mesurer son grossissement.***

# INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

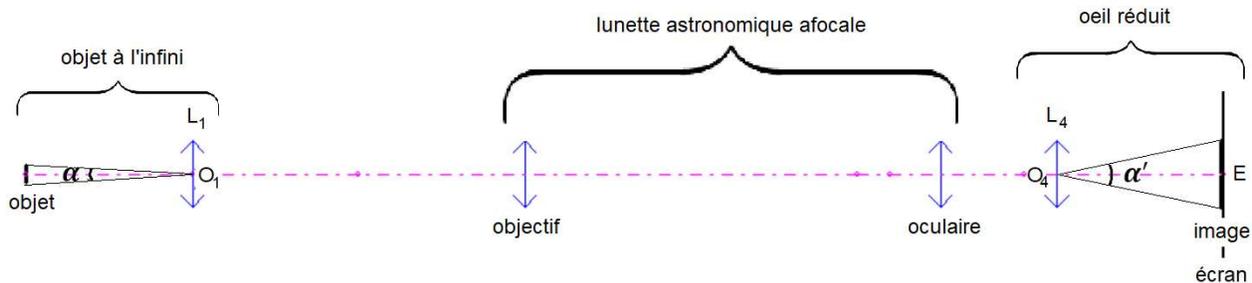
## Description d'une lunette astronomique afocale

Une lunette astronomique afocale donne, d'un objet à l'infini, une image à l'infini. Elle est constituée de deux lentilles convergentes ; l'une, placée du côté de l'objet observé est appelée l'objectif, l'autre placée du côté de l'œil, est appelée l'oculaire.

Pour que la lunette soit afocale, il faut que le foyer image de l'objectif et le foyer objet de l'oculaire soient confondus.

Le grossissement  $G$  de ce type de lunette se calcule par la relation :  $G = \frac{f_{\text{objectif}}}{f_{\text{oculaire}}}$

## Dispositif expérimental



L'objet à l'infini est modélisé au moyen d'un objet et d'une lentille convergente  $L_1$  positionnée de telle sorte que l'image qu'elle forme de l'objet est située à l'infini. C'est cette image à l'infini qui sera observée par la lunette astronomique.

L'objet modélisé à l'infini est positionné sur le banc d'optique.

L'œil réduit est réalisé au moyen d'une lentille convergente  $L_4$  et d'un écran positionné de telle sorte que l'image d'un objet à l'infini se forme sur l'écran qui modélise la rétine.

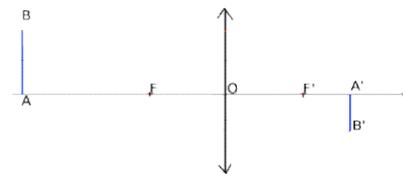
## Mesure d'une distance focale $f'$ par la méthode de l'objet à l'infini

La distance focale  $f' = \overline{OF'}$  d'une lentille mince convergente peut être déterminée en mesurant la distance entre la lentille et l'écran sur lequel l'image d'un objet à l'infini se forme.

## Relation de conjugaison d'une lentille mince

Pour une lentille mince de centre  $O$ , de foyer principal objet  $F$  et de foyer principal image  $F'$ , la relation de conjugaison entre la position  $\overline{OA}$  de l'objet  $AB$  et la position  $\overline{OA'}$  de son image  $A'B'$  formée par la lentille est :

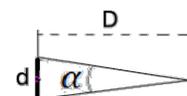
$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$$



## Diamètre apparent

Un disque de diamètre  $d$  observé depuis une distance  $D$  a un diamètre apparent

$$\alpha = 2 \text{Arctan} \left( \frac{d}{2D} \right)$$



## TRAVAIL À EFFECTUER

### 1. Constitution de l'œil réduit (10 minutes conseillées)

On dispose d'une lentille convergente  $L_4$  de distance focale  $f'_4 = \overline{O_4F'_4} = \dots$  cm et d'un objet modélisé à l'infini.

À l'aide de la relation de conjugaison, indiquer quelle doit être la position  $\overline{O_4E}$  de l'écran, pour que l'image de l'objet, modélisé à l'infini, donnée par la lentille  $L_4$  soit nette sur l'écran.

.....  
 .....

Faire le montage de l'œil réduit sur le banc d'optique à l'aide de la lentille  $L_4$  et de l'écran, et vérifier qu'il donne bien de l'objet à l'infini une image nette.

APPEL n°1		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le montage ou en cas de difficulté</b>	

### 2. Mesure d'une distance focale (10 minutes conseillées)

À l'aide de l'objet modélisé à l'infini constitué sur le banc optique et du deuxième écran disponible, mesurer la distance focale  $f'_2$  de la lentille étiquetée «  $L_2$  » et estimer l'incertitude associée. Noter le résultat ci-dessous.

$$f'_2 = (\dots \pm \dots) \text{ cm ;}$$

La distance focale de la lentille  $L_3$  a été mesurée au moyen d'une autre méthode :  $f'_3 = (4,9 \pm 0,2) \text{ cm}$

Sachant que le grossissement  $G$  doit être supérieur à 1, laquelle de ces deux lentilles doit-on choisir pour jouer le rôle de l'objectif ?

.....  
 .....

### 3. Mise en œuvre du dispositif expérimental et mesure du grossissement (40 minutes conseillées)

À l'aide de la description de la lunette astronomique afocale, mettre en œuvre le montage constitué de l'objet modélisé à l'infini, de la lunette astronomique et de l'œil réduit.

APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le montage ou en cas de difficulté</b>	

Mesurer les diamètres  $d$  de l'objet et  $d'$  de son image sur l'écran.

$$d = \dots ; d' = \dots$$

Calculer les diamètres apparents de l'objet vu depuis  $O_1$  et de son image sur l'écran vue depuis  $O_4$  :

$$\alpha = \dots ; \alpha' = \dots$$

APPEL n°3		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les mesures ou en cas de difficulté</b>	

En déduire le grossissement  $G$  de la lunette défini comme le rapport des diamètres apparents :  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$

$$G = \dots$$

Le résultat ainsi obtenu est-il cohérent avec la relation donnée :  $G = \frac{f_{\text{objectif}}}{f_{\text{oculaire}}}$  ?

Quelles hypothèses peut-on formuler pour expliquer un éventuel écart entre les deux valeurs approchées du grossissement  $G$  ?

.....

.....

.....

.....

**Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.**

**TP3 CH17 La lumière : lunette afocale**

## ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

**CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION**

On estime que l'œil humain permet de distinguer environ 3000 astres dans chaque hémisphère. Depuis l'invention de la première lunette astronomique par Galilée au début du XVII<sup>ème</sup> siècle, de nombreux instruments (jumelles, lunettes astronomiques diverses, télescopes, ...) ont été développés. Ces instruments augmentent la luminosité et forment une image agrandie des objets stellaires permettant ainsi d'observer des astres invisibles à l'œil nu.

La lunette afocale est un des plus simples de ces instruments. On se propose de l'étudier.

***Le but de cette épreuve est d'étudier l'influence du choix de l'objectif sur le grossissement d'une lunette afocale.***

## INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

### La lunette afocale :

La lunette astronomique afocale est composée de deux lentilles convergentes : l'objectif, par lequel la lumière entre dans l'appareil et l'oculaire à travers lequel on regarde. Cette lunette est construite de manière à faire coïncider le foyer image  $F'_{obj}$  de l'objectif et le foyer objet  $F_{oc}$  de l'oculaire.

Le grossissement  $G$  de la lunette est défini par la relation :  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$

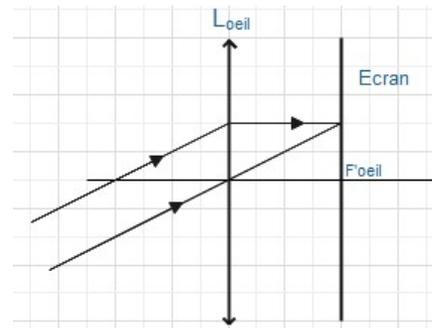
- $\alpha'$  étant l'angle sous lequel l'objet est vu à travers la lunette
- $\alpha$  l'angle sous lequel l'objet est vu à l'œil nu

### Modélisation d'un objet lointain :

Les lunettes astronomiques sont souvent utilisées pour l'observation d'objets très éloignés, telles les étoiles ou les planètes du système solaire. On considérera que les rayons lumineux qui proviennent d'un astre sont parallèles. Pour modéliser un tel objet, il faut placer l'objet au foyer objet d'une lentille convergente.

### Modélisation d'un œil :

Un œil regardant un objet lointain peut être modélisé par une lentille convergente (qui représente entre autres le cristallin) et un écran (la rétine) placé dans le plan focal image de la lentille.



## TRAVAIL À EFFECTUER

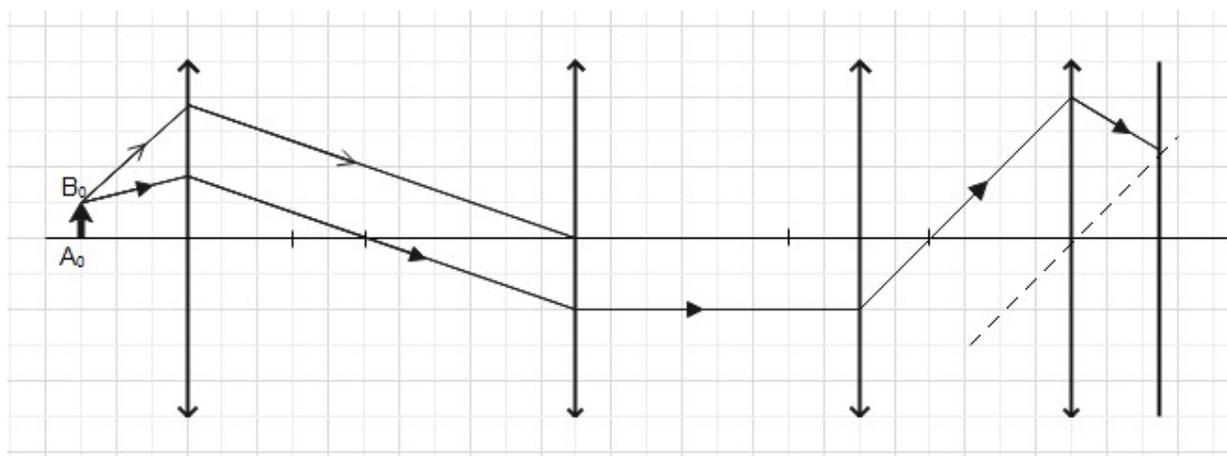
### 1. Schéma d'une lunette afocale (10 minutes conseillées)

Le schéma ci-dessous représente un montage comportant :

- un dispositif modélisant un objet lointain ;
- un dispositif modélisant une lunette afocale ;
- un dispositif modélisant un œil.

Sur ce schéma :

- identifier les trois dispositifs cités ci-dessus ;
- placer les foyers objet et image de l'objectif ( $F_{\text{objectif}}$  et  $F'_{\text{objectif}}$ ) et de l'oculaire ( $F_{\text{oculaire}}$  et  $F'_{\text{oculaire}}$ ) ;
- prolonger le trajet du rayon lumineux initié entrant continu
- construire l'image intermédiaire  $A_1B_1$  de l'objet formée par l'objectif ;
- construire l'image  $A_2B_2$  formée sur la rétine ;
- repérer les angles  $\alpha$  et  $\alpha'$ .



APPEL n°1		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le schéma ou en cas de difficulté</b>	

### 2. Mesures de distances focales par autocollimation (10 minutes conseillées)

Suivre le protocole ci-dessous afin de vérifier la valeur de la distance focale de la lentille  $L_{\text{objectif1}}$ .

Reporter la valeur dans le tableau suivant. disposer une source de lumière et un objet AB (la lettre F sur le schéma) à l'extrémité du banc optique.

schéma ci-dessous et la flèche sur la photo) à l'extrémité du banc d'optique.

- Placer la lentille étudiée devant l'objet et un miroir plan M juste derrière la lentille.
- Déplacer l'ensemble « lentille-miroir » de façon à observer une image A'B' dans le même plan que l'objet AB et de même taille (voir ci-contre).
- La distance « objet-lentille » est alors égale à la distance focale de la lentille.

Reproduire la mesure pour la lentille  $L_{\text{objectif2}}$ .

Lentille	$L_{\text{objectif1}}$	$L_{\text{objectif2}}$	$L_{\text{objectif3}}$	$L_{\text{objectif4}}$
Distance focale (en mm)	..... mm	..... mm	353 mm	507 mm

APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur lors d'une mesure ou en cas de difficulté</b>	

### 3. Grossissement d'une lunette afocale (20 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le dispositif **schématisé dans la partie 1** en utilisant les graduations du banc d'optique et en tenant compte des remarques suivantes :

- l'ensemble « lanterne-objet-lentille  $L_0$  » modélise l'objet situé à l'infini décrit dans les informations mises à disposition « modélisation d'un objet lointain ».
- la lentille  $L_{\text{objectif1}}$  modélisant l'objectif de la lunette afocale est placée à environ 400 mm de la lentille  $L_0$
- l'oculaire de la lunette est modélisé par la lentille  $L_{\text{oculaire}}$  et placé à une distance **adéquate** de l'objectif
- la lentille  $L_{\text{oeil}}$  modélisant le cristallin de l'œil est placée à environ 100 mm de l'oculaire.
- placer l'écran modélisant la rétine en respectant les indications des informations mises à disposition « modélisation d'un œil »

En utilisant le deuxième écran, mesurer précisément la taille de l'image intermédiaire  $A_1B_1$  de l'objet formée par l'objectif.  $A_1B_1 = \dots\dots\dots$

Ôter cet écran et mesurer précisément la taille  $A_2B_2$  de l'image sur l'écran modélisant la rétine de l'œil.

$$A_2B_2 = \dots\dots\dots$$

APPEL FACULTATIF		
	<b>Appeler le professeur en cas de difficulté</b>	

On admettra qu'avec le montage utilisé, on peut déterminer les valeurs des angles  $\alpha$  et  $\alpha'$  à l'aide des relations :

$$\tan(\alpha) = \frac{A_1B_1}{f_{\text{objectif}}} \quad \tan(\alpha') = \frac{A_2B_2}{f_{\text{oeil}}}$$

où :

- $A_1B_1$  est la taille de l'image formée sur l'écran représentant la rétine et  $f_{\text{objectif}}$  la distance focale de la lentille modélisant l'objectif utilisé pour construire la lunette.
- $A_2B_2$  est la taille de l'image formée sur l'écran représentant la rétine et  $f_{\text{oeil}}$  la distance focale de la lentille modélisant le cristallin.

Déterminer les valeurs des angles  $\alpha$  et  $\alpha'$ .

.....

.....

.....

.....

En déduire la valeur du grossissement  $G$  de la lunette ainsi constituée.

$G = \dots\dots\dots$

<b>APPEL n°3</b>		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté</b>	

**4. Influence de l'objectif sur le grossissement** (20 minutes conseillées)

Reproduire les étapes de la partie 3 en remplaçant la lentille  $L_{\text{objectif1}}$  par la lentille  $L_{\text{objectif2}}$ .

.....

.....

.....

.....

Le tableau ci-dessous donne les valeurs des grossissements obtenus pour différents objectifs, l'oculaire utilisé restant le même.

Compléter ce tableau en y reportant les valeurs obtenues précédemment.

Lentille constituant l'objectif	$L_{\text{objectif1}}$	$L_{\text{objectif2}}$	$L_{\text{objectif3}}$	$L_{\text{objectif4}}$
Grossissement $G$	.....	.....	6,9	9,5

Comment choisir l'objectif afin d'avoir la lunette afocale la plus performante possible ?

.....

.....

.....

**Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.**