

ETUDE TECHNIQUE DES SYSTEMES OPTIQUES

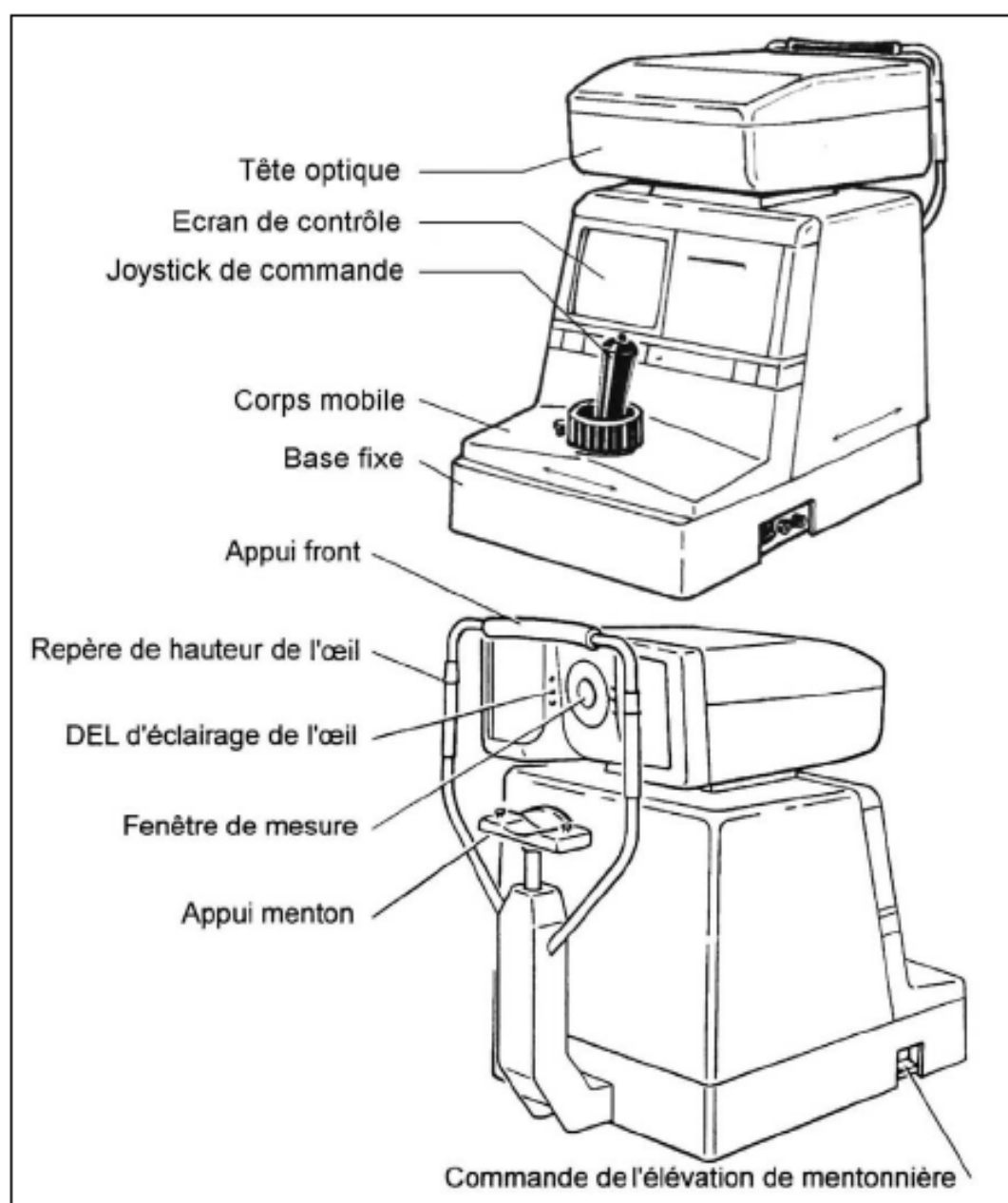
KERATOREF

I- Contenu du sujet :

- Pages de 1/8 à 4/8 : Présentation et nomenclature.
- Pages 5/8 et 6/8 : Questionnaires.
- Feuille A3 7/8 : Dessin d'ensemble du bloc optique échelle 1:1 .
- Feuille 8/8 : Document réponse A3 RECTO-VERSO préimprimé. (SEUL DOCUMENT A RENDRE)

II- Introduction :

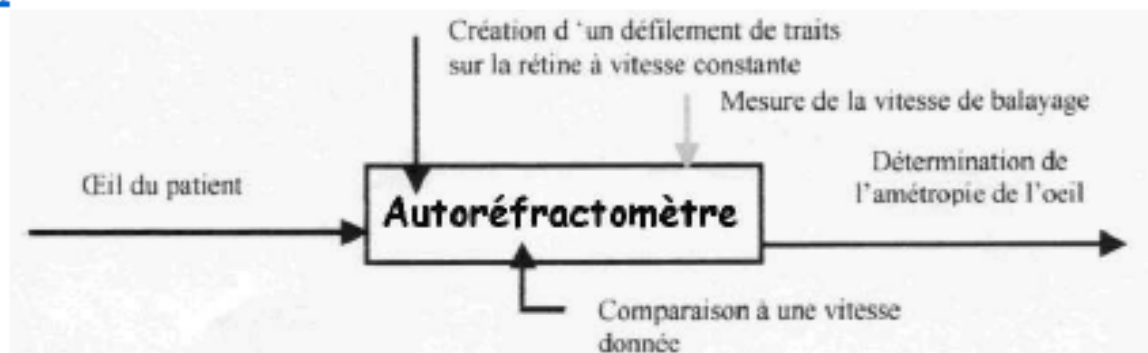
Le kératoref est un appareil produit par la société LUNEAU. Il combine toutes les capacités d'un réfractomètre et d'un kératomètre dans un seul appareil. On propose d'étudier le bloc optique du système situé dans la tête optique.



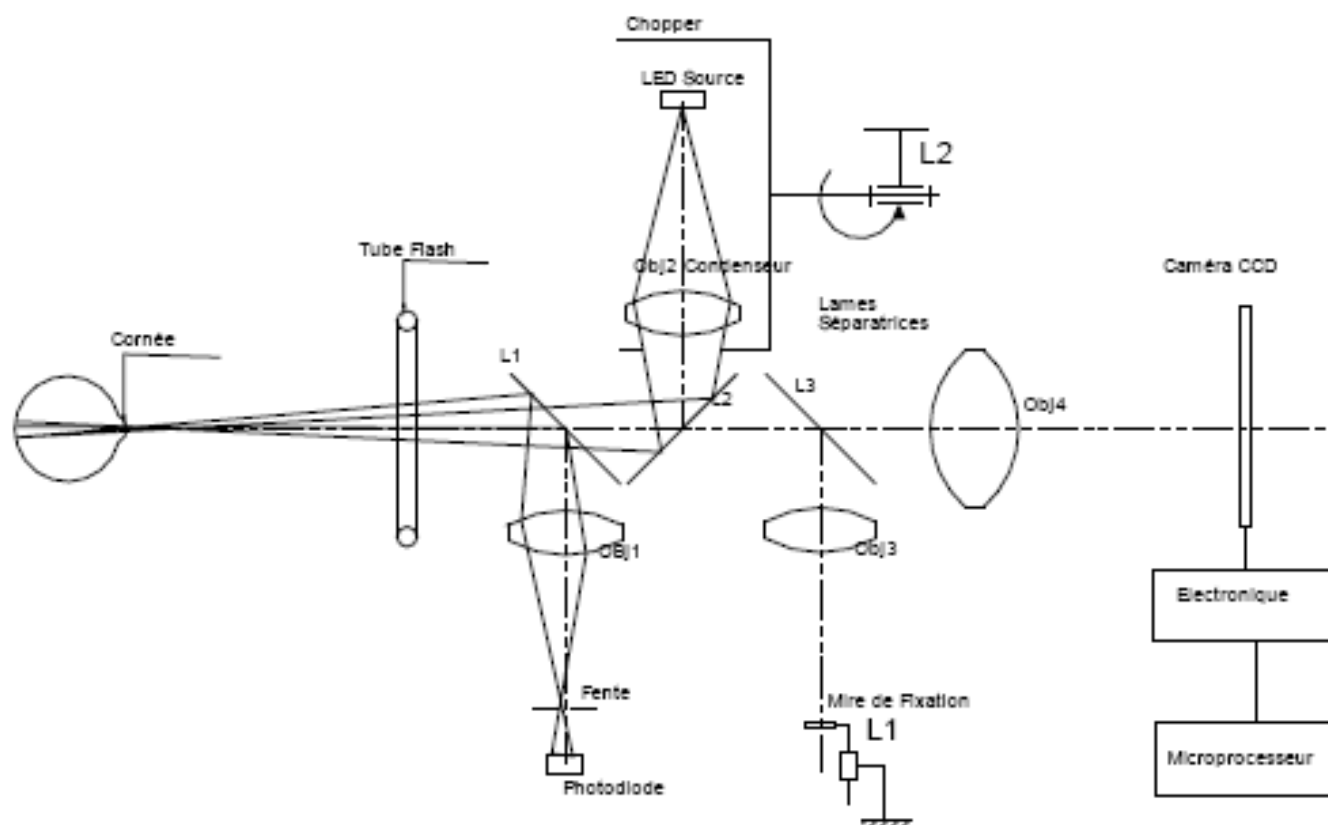
III- La fonction autoréfractomètre

Le kératoref permet la mesure objective de l'amétropie de l'œil humain.

[\[RD1\]](#)



Description du produit et schéma de principe de l'autoréfractomètre :



Le principe de la mesure utilise celui de la skiascopie rectiligne.

L'autoréfractomètre génère une succession de traits, alternativement sombres et lumineux, défilant à une vitesse constante, éclairant la rétine de l'œil du patient.

L'œil donne de cette rétine éclairée une image dont la position dépend de son amétropie. Cette image est à l'infini si l'œil est emmétrope, réelle s'il est myope, virtuelle s'il est hypermétrope.

Un système opto-mécanique permet de créer un défilement de traits sur la rétine. Il est constitué d'une source quasi-ponctuelle (LED source) et d'un condensateur (Obj2) qui forment l'image de cette source dans la pupille de l'œil. Un tambour percé de fentes (chopper), tournant à vitesse constante, crée un balayage du fond de l'œil. La tache mobile sur la rétine devient objet pour la voie de mesure. Elle est réimagée par l'objectif (Obj1) en direction des photodiodes de réception. La vitesse de balayage du pinceau lumineux sur des photodiodes placées après un trou est proportionnelle à l'amétropie de l'œil. Le sens de déplacement du pinceau sur les photodiodes correspond, quant à lui, au type d'amétropie. La mesure de la vitesse de balayage et la détermination du sens de défilement permet donc de déterminer l'amétropie.

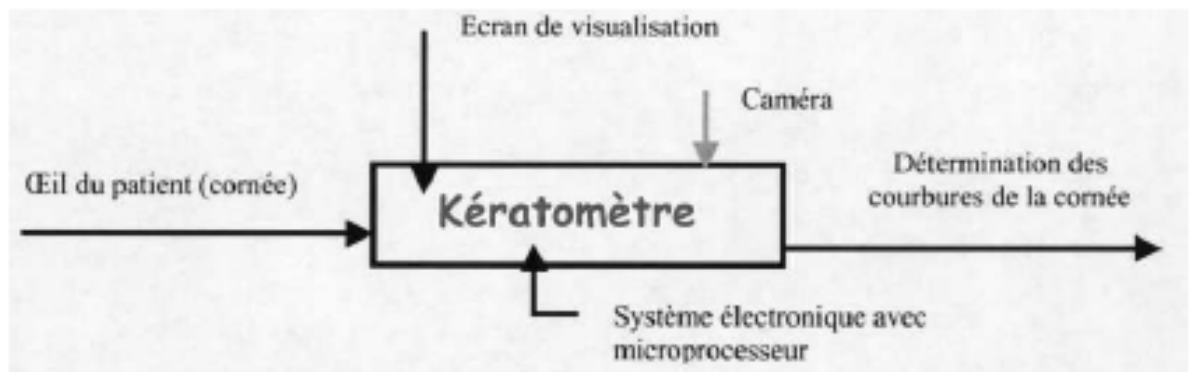
La mesure de l'amétropie d'un œil doit s'effectuer en l'absence d'accommodation.

Le KERATOREF est pourvu d'un système permettant de placer l'œil dans un état de relâchement proche du repos physiologique. Ce système est composé d'une mire de désaccommodation (40), déplacée par motorisation en fonction des mesures d'amétropie, de façon à « tirer » l'accommodation jusqu'à ce que l'amétropie mesurée n'augmente plus.

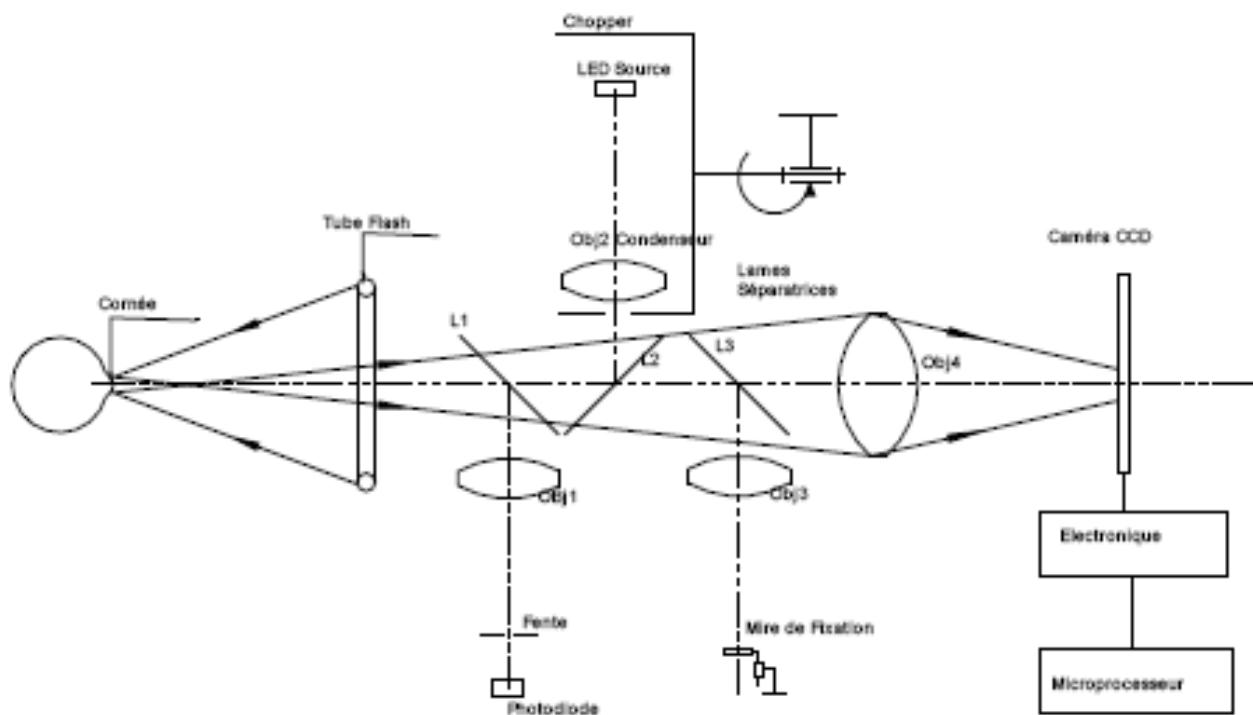
IV- La fonction Kératomètre

La fonction kératomètre du kératoref permet de déterminer le rayon de courbure externe de la cornée et de diagnostiquer un astigmatisme cornéen.

Cette mesure sert notamment pour la prescription des lentilles de contact.



Description du produit et schéma de principe:



Le principe de cette mesure est d'utiliser la réflexion sur la cornée d'un cercle lumineux.

Un cercle lumineux produit par un masque placé devant un tube flash annulaire placé dans la pièce 17, est réimagé par la cornée qui fonctionne ici comme un miroir. En l'absence d'astigmatisme, cette image est un cercle dont la taille dépend des rayons du miroir cornéen.

En cas d'astigmatisme cornéen, cette image se déforme et donne une ellipse de mêmes axes que l'astigmatisme.

Le principe de base est donc d'identifier les paramètres de ce cercle ou de cette ellipse et d'en déduire les informations recherchées.

L'image optique du cercle donnée par la cornée est approximativement conjuguée par l'objectif 28 (Obj4) avec la matrice de la caméra CCD composée de 320 lignes de 320 pixels chacune.

Un système électronique, associé à un microprocesseur, permet de calculer les différents paramètres de l'image du cercle par la cornée, à partir des positions des pics sur chacune des lignes vidéo.

NOMENCLATURE

44	Vis CS M2-10	1	
43	Vis sans tête fendue M2-2,5	1	
42	Plaque	1	Fixée à 39 par 2 vis
41	Coussinet autolubrifiant	2	Un à chaque extrémité de 2
40	Mire de dés-accomodation	1	
39	Plaque support	1	
38	Courroie crantée	1	Z=72dents
37	Poulie motrice	1	Z=40dents
36	Vis sans tête fendue M3-5	1	A bout plat
35	Support moteur pas à pas	1	
34	Coussinet autolubrifiant	3	
33	Moteur pas à pas	1	200 pas
32	Glissière	2	Encastrée dans 30
31	Boîtier de caméra	1	
30	Barillet et support de lame L3	1	
29	Tube d'objectif de caméra	1	
28	Doublets	1	Objectif Obj4
27	Barillet	1	
26	Doublet	1	Objectif Obj3
25	Lame séparatrice L3	1	R50%
24	Moteur électrique	1	
23	Support de moteur	1	
22	Chopper	1	Comporte les fentes de balayage
21	Capteur à fourche	1	Détecteur de vitesse
20	LED source	1	
19	Tube	1	
18	Doublet	1	Objectif Obj2
17	Support lampe flash	1	Annulaire
16	Contre barillet	1	
15	Lame séparatrice L2	1	R50%
14	Lame séparatrice L1	1	R50%
13	Doublet	1	Objectif Obj1
12	Contre barillet	1	
11	Barillet et support de lame L1	1	
10	Support de lame L2	1	
9	Tube	1	
8	Trou	1	
7	Bague	1	
6	Interface	1	
5	Support de photodiodes	1	
4	Ecrou	1	Monté serré dans 3
3	Support de mire	1	
2	Tige filetée M6	1	Pas réel 2mm ; Pas apparent 1mm
1	Poulie réceptrice	1	Z=20dents
Rep	Désignation	Nb	Observations

V- Travail demandé : Il comporte deux parties indépendantes A et B.

Remarque préliminaire:

Afin de conserver une homogénéité de présentation, l'œil se trouve à gauche sur tous les dessins ou schémas.

SEULE LA FEUILLE 8/8 EST A RENDRE PAR LE CANDIDAT EN FIN D'EPREUVE (Pas de copie)

A -Etude de la fonction : Autoréfractomètre [RECTO de la feuille 8/8]:

1.Superposition des voies:

Cette fonction se compose de deux voies: (Voir schéma page 2/8 et dessin feuille 7/8)

- *La voie de dés-accomodation:* la mire de fixation **40** est éclairée par une diode dont la longueur d'onde d'émission est de 550nm.
- *La voie de réfractométrie:* elle utilise, quant à elle, une LED source **20** qui émet à 840 nm.

Question A.1.: (Répondre dans le cadre prévu sur la feuille 8/8 au recto)

Pourquoi utilise-t-on ces deux longueurs d'ondes différentes.

2.Analyse des performances de la voie de dés-accomodation:

Hypothèses de travail et données :

Toute cette partie sera traitée avec un œil de convergence 56,00 D.

La mire doit être située pour que le patient observe l'image de celle-ci sans accommodation.

*L'objectif de conjugaison (Doublet **26**) a une focale $f' = +50$ mm.*

*L'œil du patient est réduit à sa cornée et sa rétine et l'objectif de conjugaison (Doublet **26**) est modélisé en lentille mince. L'axe optique est déployé (tout est aligné sur un même axe).*

La conjugaison optique ne tient pas compte des lames séparatrices (négligeables).

Le problème sera traité dans les conditions d'approximation de Gauss.

2.1.Etude pour une amétropie:

L'œil du patient a son punctum rémotum R1 situé à 200 mm devant son œil.

Questions A.2.1.: (Répondre aux questions a) et b) dans le cadre prévu sur la feuille 8/8 au recto)

- a) Quel est le nom de l'amétropie du patient et la réfraction axiale principale correspondante?
- b) Calculer les distances focales de l'œil du patient.
Sur le dessin en bas de la feuille 8/8 recto, échelle axiale 1:1 et transversale grande:
- c) Mettre en place les foyers Fo et F'o de cet œil ainsi que le punctum rémotum du patient: R1.
- d) Déterminer graphiquement le plan de la rétine [R'].
- e) Déterminer graphiquement la position de la mire pour que le patient n'accomode pas: [M1].
- f) Identifier la distance de la mire par rapport à la lentille. La coter sur le dessin.

2.2.Etude des déplacements de la mire:

La mire se déplace selon l'axe optique. Ce déplacement est provoqué par le moteur pas à pas **33**.

Questions A.2.2.: (Inscrire les réponses dans les cadres prévus sur la feuille 8/8 au recto)

- g) On donne sur la feuille de réponse le groupe cinématique lié à **39**, donc fixe : G0. Donner les numéros des pièces composant les groupes cinématiques G1.et G2 définis sur la feuille réponse.
- h) Compléter le tableau des liaisons et mouvements relatifs des groupes cinématiques.
- i) Quel est la nature du mouvement utile de la mire **40** ?
- j) Quel est la nature du mouvement de sortie du moteur **33** ?
- k) Donner le(s) nom(s) du (des) système(s) de transformation de mouvements qui permet(tent) de déplacer la mire à partir du moteur.
- l) En recherchant dans la nomenclature les caractéristiques techniques des composants assurant la transformation de mouvements entre le moteur et la mire, déterminer la valeur du déplacement de la mire pour un tour de l'axe de sortie du moteur (donc un tour de **37**).
- m) Sachant que le moteur est de type 'pas à pas' avec 200 pas par tour, quelle est la valeur du plus petit déplacement correspondant de la mire.
- n) Quelle doit être la position de la mire si le patient est emmétrope ?
- o) Combien de tours doit faire le moteur pour faire déplacer la mire depuis la position pour emmétrope à la position pour le patient défini §2.1. A quelle fraction de dioptrie correspond le plus petit déplacement ? On admettra pour ce calcul, que le déplacement est proportionnel à la vergence.
- p) On donne les 2 positions extrêmes [M2] et [M3] de la mire. Déterminer graphiquement les positions des punctum rémotum auxquelles elles correspondent. En déduire (par calcul à partir des résultats graphiques) les réfractions axiales principales correspondantes.

B- Etude de la fonction : Kératomètre [VERSO de la feuille 8/8]:

Il s'agit, tout d'abord de déterminer la trace, sur la matrice CCD de la caméra, du faisceau issu du flash annulaire et se réfléchissant sur une cornée sphérique. Ensuite, il s'agit de déterminer le rayon de courbure d'un méridien principal d'une cornée astigmatique.

Les dimensions qui ont été utilisées dans le sujet ne correspondent pas à la réalité, en particulier en ce qui concerne les dimensions de l'instrument. Elles ont été choisies pour permettre de traduire graphiquement les principes de ce système. Les lames ont été enlevées dans le trajet optique entre la cornée et la matrice CCD.

Cependant, le fonctionnement et les résultats obtenus sont assez proches de la réalité.

Cette partie comporte 2 sous-parties représentées l'une au-dessus de l'autre aux mêmes échelles.

Hypothèses générales :

Echelles de travail axiale 10:1 et transversale 20:1

Conditions d'approximation de Gauss. Le travail sera exécuté graphiquement.

Flash annulaire (cercle lumineux) perpendiculaire à l'axe optique.

Points sources A, B et E du flash annulaire.

Diamètre utile de l'objectif [Obj4] : 2mm.

Vue de gauche de la partie centrale de la matrice CCD. Chaque petit carré représente un pixel.

1. Recherche de la trace sur la matrice CCD:

Données:

Cornée sphérique de rayon CS jouant le rôle d'un miroir sphérique.

Représentation en 3 vues: vue de face, vue de gauche et vue de droite.

Questions B.1.: Echelles axiale 10 :1 et transversale 20 :1 en haut de la feuille

1.1. Etude de l'objectif [Obj4] :

Le sommet S de la cornée est conjugué avec le point M de la matrice CCD. Déterminer les foyers de l'objectif.

Coter la distance focale.

1.2. Recherche des conjugués: (Effectuer les tracés sans tenir compte du diamètre utile de [Obj4])

Le cercle lumineux est objet pour le système. Il s'agit ici de déterminer ses conjugués successifs.

Pour cela, le candidat recherchera les conjugués successifs du point A. (Mise au net en vert)

En déduire en vues de face et de droite les conjugués du cercle lumineux. Ponctuer (réel ou virtuel)

Identifier alors les conjugués de B.

1.3. Détermination de la trace sur la matrice CCD: (Mise au net en bleu)

L'objectif [Obj4] a un diamètre utile défini en vue de face (diamètre 2mm). Tracer le faisceau utile issu de B, parvenant jusqu'à la matrice CCD et qui couvre entièrement le diamètre utile de [Obj4].

En déduire la trace produite sur la matrice CCD par tout le flash annulaire. la tracer en vue de gauche.

1.4. Lecture d'une ligne de pixels de la matrice CCD:

La figure (1) en haut à gauche de la feuille réponse donne un exemple d'histogramme représentant le taux d'éclairement d'une ligne de pixels d'une caméra CCD. Un pixel entièrement éclairé a un taux d'éclairement de 1. Un pixel dont 30% de sa surface est éclairée, a un taux d'éclairement de 0,3, etc. .

La saisie électronique des résultats de chaque ligne permet de connaître les dimensions de la tache et de remonter alors aux dimensions de la cornée par traitement informatique.

Au dessus de la vue de gauche, établir l'histogramme relatif à la ligne de pixels 2 (grisée sur la feuille réponse) pour la trace déterminée précédemment à la question 1.3.

2. Recherche du rayon d'un méridien principal d'une cornée torique:

Données:

Cornée torique jouant le rôle d'un miroir.

Trace elliptique sur le plan de la matrice CCD donnée en vue de gauche.

Indépendamment du résultat trouvé précédemment, on donne les foyers F et F' de l'objectif [Obj4] .

Éléments mis en place en 2 vues: vue de face et vue de gauche.

Questions B.2.: Echelles axiale 10 :1 et transversale 20 :1 en bas de la feuille

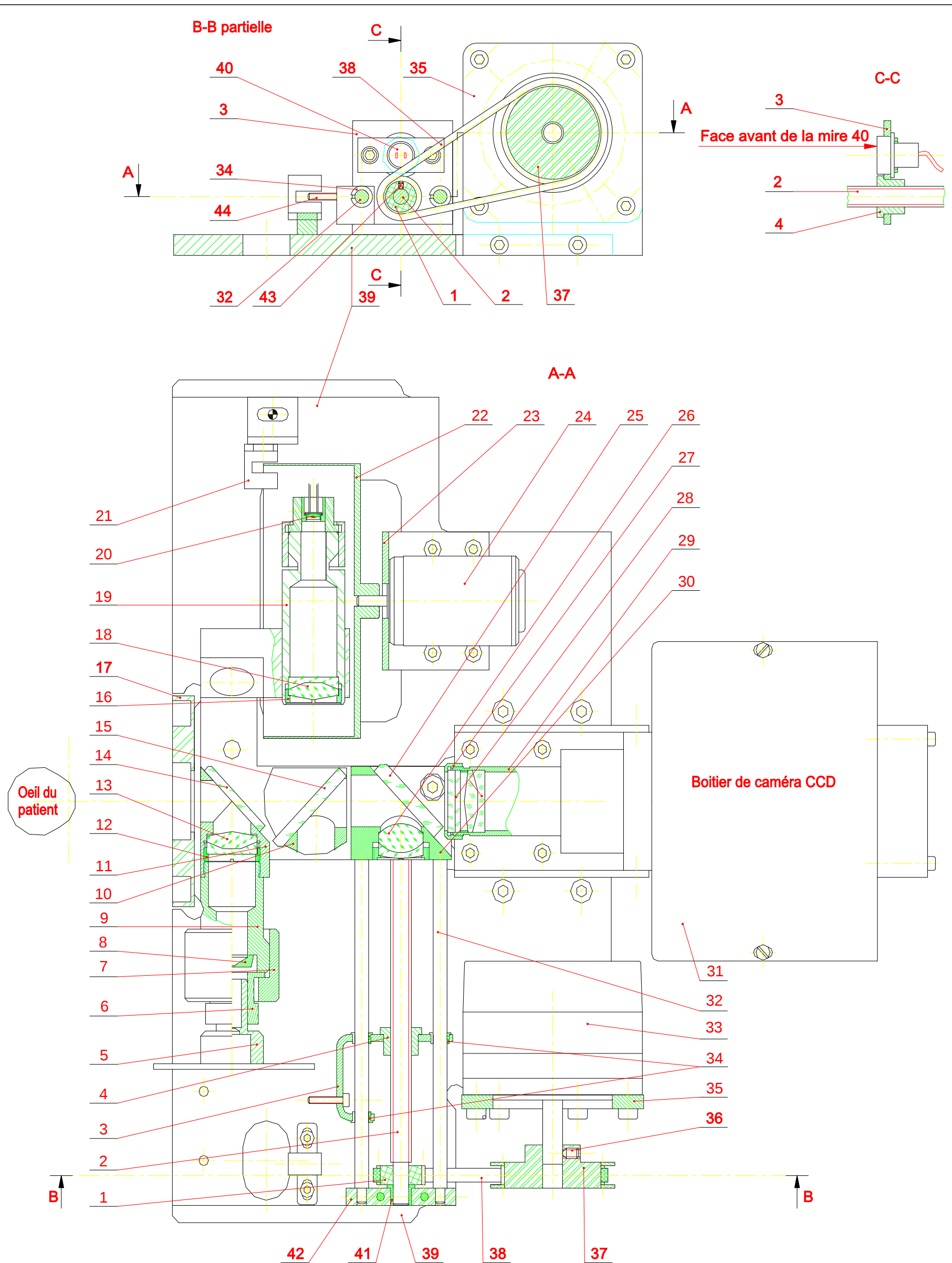
2.1. Recherche des conjugués de E:

A partir des éléments mis en place et compte tenu du fonctionnement établi dans la partie Questions

B.1. ci-dessus, déterminer en vue de face uniquement les conjugués de E.

2.2. Détermination du rayon de la cornée:

En déduire le 'centre' et donc le rayon du méridien principal de la cornée correspondant au point E. Le coter.



Echelle 1:1

BTS OPTICIEN LUNETIER		SESSION 2001
CODE :	DUREE : 2 H	COEFFICIENT 3
EPREUVE U 43 :	ETUDE TECHNIQUE DES SYSTEMES OPTIQUES	Feuille 7/8

Réponses aux questions:

A.1.

A.2.1.

a)

b)

A.2.2. g) Groupes cinématiques:

Groupe	Numéros des pièces constituant le groupe
G ₀	30–32–33–35–39–41–42–etc.
G ₁	1–
G ₂	3–

h) Tableau des liaisons et mouvements:

Groupes	Nom de la liaison	Mouvement relatif
G ₁ /G ₀		
G ₂ /G ₀		
G ₁ /G ₂		

Suite des réponses aux questions:

A.2.2.

i)

j)

k)

l)

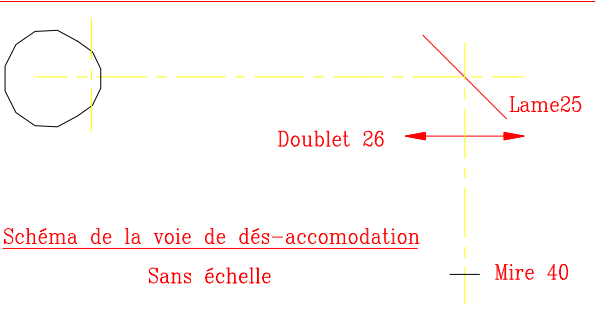
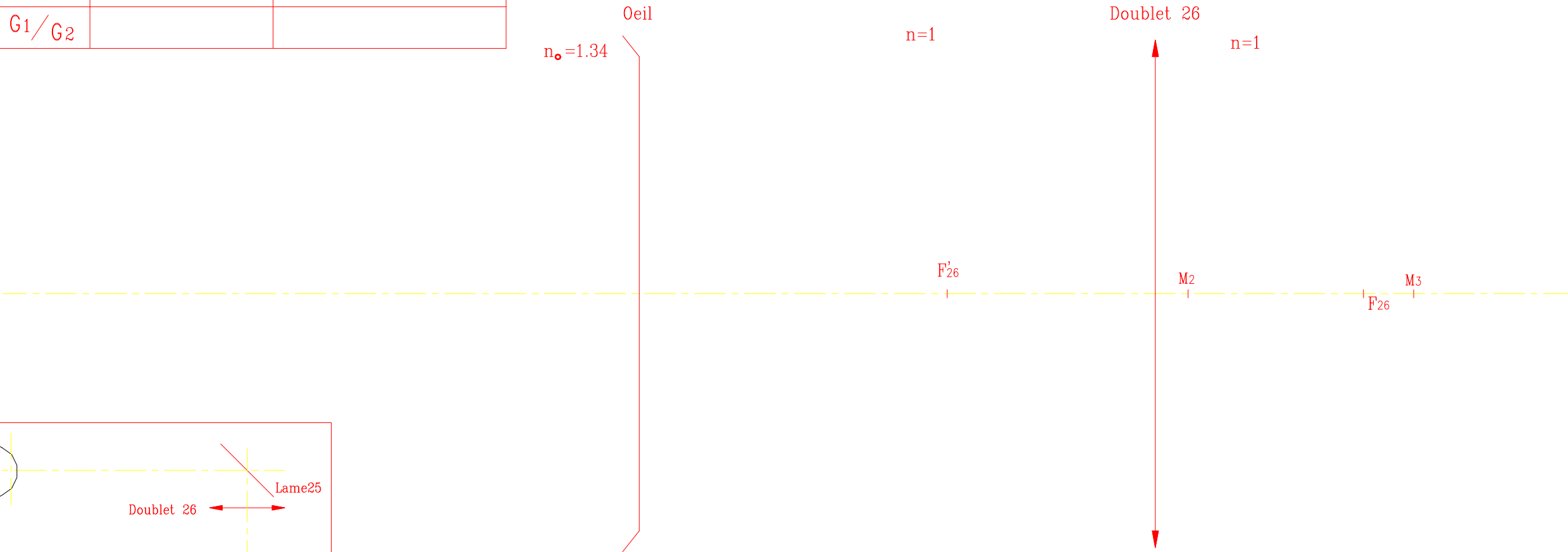
m)

n)

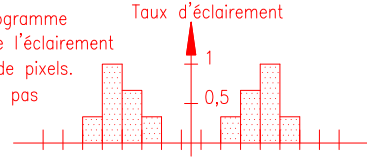
o)

p)

Echelles Axiale 1:1
Transversale grande



Exemple d'histogramme représentatif de l'éclaircissement sur une ligne de pixels. (Ne correspond pas à l'exercice)



Réponses aux questions B.1.

[Cornée]

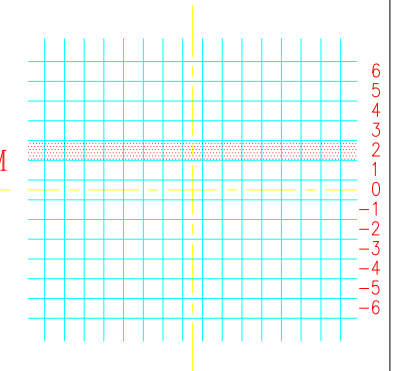
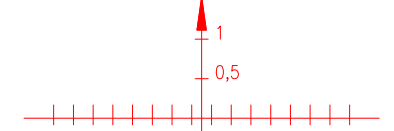
Flash annulaire

- A

[Obj4]

Matrice CCD

Taux d'éclairement



6
5
4
3
2
1
0
1
2
3
4
5
6

Echelles:

Axiale	10:1
Transversale	20:1

Réponses aux questions B.2.

— B

E

F

F'

