

VISION

Chapitre 1

La vision des objets. L'œil, système optique.

I - Vision des objets

1) Introduction

a) Situation 1: « **Je te vois** »

Avec le langage du physicien :

- De la lumière arrive dans mes yeux (« je vois »)...
(et l'information arrive au cerveau...)
- Elle provient d'un objet lumineux : toi.

Le trajet de la lumière depuis une source peut être repéré (traces du passage d'un faisceau laser sur les poussières environnantes : le trajet est rectiligne)

Dans un milieu homogène (dictionnaire) et isotrope (dictionnaire), la lumière se propage en ligne droite.

Modélisation du trajet de la lumière dans la situation « je te vois » : à l'aide de rayons lumineux.

Ce sont des droites partant de l'objet, sur lesquelles des flèches indiquent le sens de propagation de la lumière et arrivant sur l'œil de l'observateur.

Remarque : notre cerveau interprète toujours ce qui est vu comme provenant en ligne droite d'une source... qui n'est pas forcément l'objet lumineux réellement observé (exemples).

b) Situation 2 : « **Je ne te vois pas** »

Présentez-là avec le langage du physicien (il y a deux solutions) :

- Il n'y a plus de lumière qui part de l'objet observé (il fait noir et il n'émet pas sa propre lumière)
- Un obstacle empêche les rayons partant de points lumineux objets d'atteindre notre œil.

c) **DANS QUELLES CONDITIONS UN OBJET EST-IL VISIBLE ?**

Les **sources primaires de lumière** produisent elles-mêmes la lumière qu'elles émettent.

Exemples :

Les **sources secondaires de lumière** diffusent (ou renvoient) de la lumière uniquement lorsqu'elles sont éclairées.

Exemples :

Un objet n'est visible que :

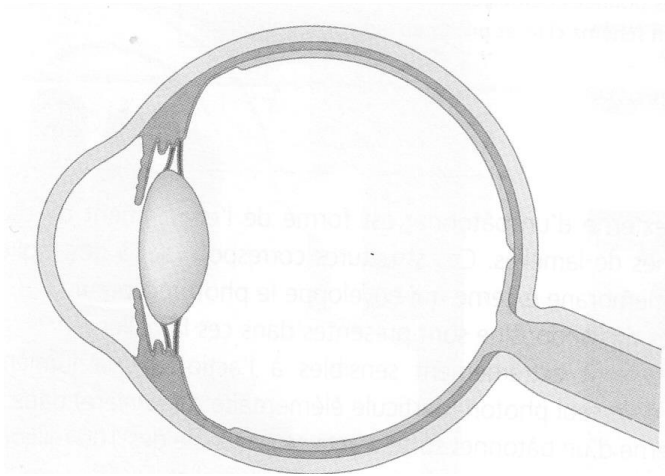
- s'il produit sa propre lumière ou s'il est éclairé.
- ET si la lumière qu'il émet ou renvoie (diffuse) pénètre dans l'œil de l'observateur.

2) Fonctionnement de l'œil

a) La lumière arrive sur l'œil, mais après ?

(nous avons remarqué que notre œil est la seule partie de notre corps nous permettant de proposer la constatation : « je vois » ou : « je ne vois pas »)

œil en coupe :

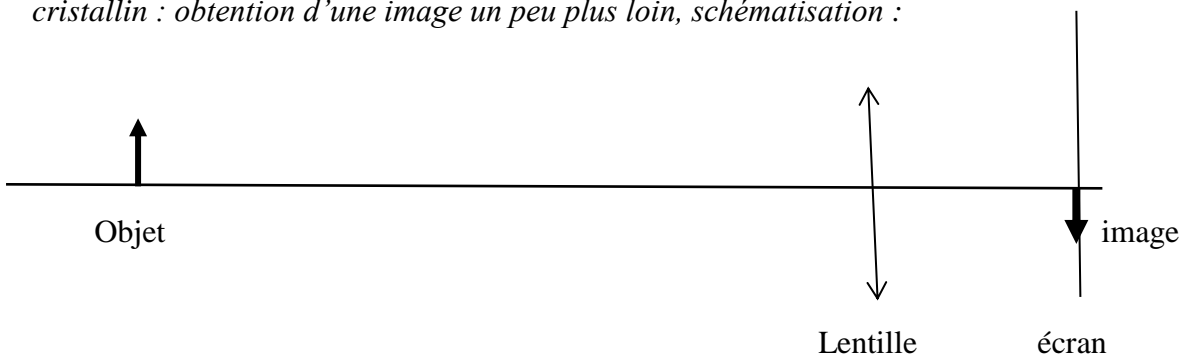


- Par où entre la lumière ?
- Où l'information « je vois » se transmet-elle vers le cerveau ?

b) Constatations et expériences préliminaires

- Nous remarquons que lorsque, par exemple, nous observons des objets de trop près, nous les voyons flous. Cela signifie que ce que notre cerveau récupère, ce n'est pas l'objet en lui-même, mais autre chose : **une image de cet objet.**

- **Expérience 1** : faisceau de lumière à la traversée d'un bloc de verre dont la forme rappelle celle du cristallin : obtention d'une image un peu plus loin, schématisation :



- **Expérience 2** : déviation (réfraction) de la lumière à la frontière entre deux milieux transparents. Expérience tasse/pièce/eau à interpréter en proposant un schéma :

Nous pouvons maintenant sur le schéma de l'expérience 1 dessiner 3 rayons lumineux qui partent d'un point de l'objet et qui convergent au point correspondant de l'image après avoir traversé la lentille.

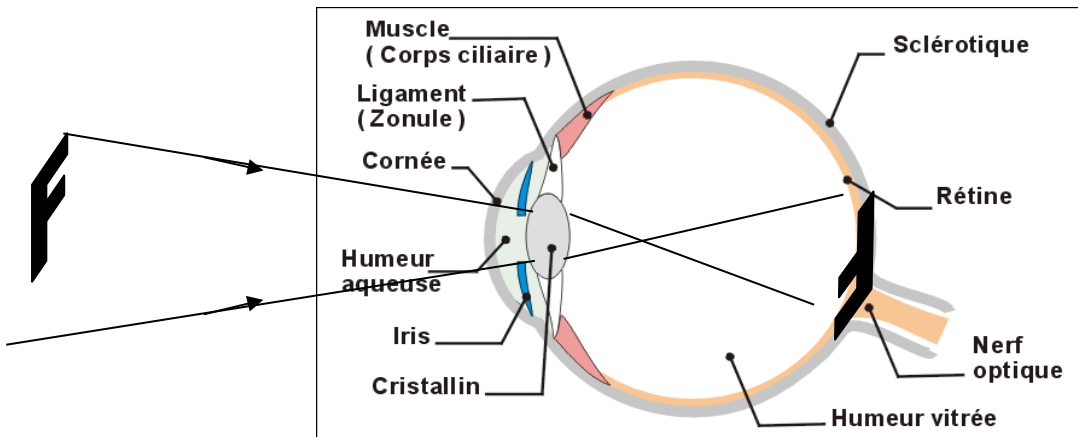
- Nous recommençons l'expérience 1 et nous remarquons que l'image obtenue sur l'écran peut être floue. Si nous changeons de lentille, la distance entre la lentille et l'écran change lorsque l'image obtenue est nette.
- Nous pouvons corriger le caractère flou de l'image en superposant une deuxième lentille à la première.

c) Synthèse des résultats précédents : le fonctionnement de notre œil en tant que système optique

Un objet lumineux peut être présenté comme un ensemble de points lumineux (des « points objets ») qui émettent des rayons lumineux dont certains entrent dans l'œil.

Ces rayons sont déviés par le cristallin (lentille) et convergent sur la rétine (écran) pour y former une image de l'objet observé.

Les rayons issus d'un point de l'objet noté A et entrant dans l'œil doivent se réunir sur la rétine en un point A'. A' est l'image de A.



d) Et après ?

Ensuite, la lumière arrive sur la rétine et nous pouvons enfin parler de réception. Il y a transformation du signal lumineux reçu en un signal qui pourra être transmis jusqu'au cerveau.

Comment ? Mais de quoi parle-t-on ?

De lumière interagissant avec de la matière... Mais qu'est-ce que cela veut dire « interagir » ? Comment le transfert de l'information se réalise-t-il ? Et quelle est la nature du signal transmis au cerveau ? (SVT...)

II – Le cristallin : une lentille convergente très sophistiquée

1) Les lentilles

Qu'est-ce qu'une lentille ?

Deux surfaces sphériques accolées l'une à l'autre et qui enferment un milieu transparent différent du milieu extérieur.

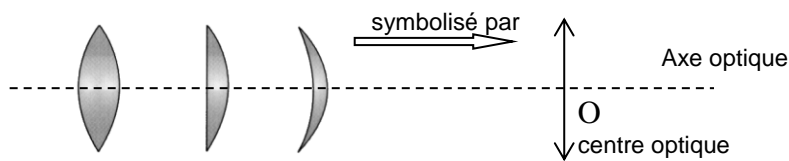
Y a-t-il différentes catégories de lentilles ?

a) Reconnaître rapidement une lentille

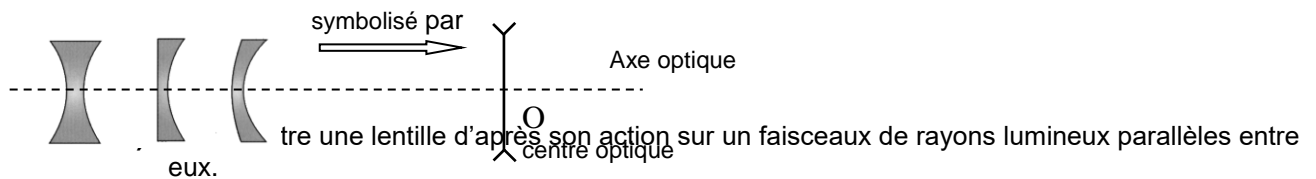
Diverses lentilles sont présentées. Les classer en deux catégories. Utiliser, pour cela, deux des cinq sens ...

Il existe deux types de lentilles :

- des lentilles à bord mince :



- des lentilles à bord épais :



Expérience (utilisation du tableau magnétique), observations, schémas :

Faire arriver un faisceau de rayons lumineux parallèles sur une lentille de chaque type.

Observer les rayons qui émergent de ces lentilles.

Conclusion :

- Une lentille à bord mince est **convergente** : elle fait diminuer la largeur d'un faisceau de rayons parallèles. Plus une lentille est bombée plus elle est convergente.
- Une lentille à bord épais est **divergente**, elle fait augmenter la largeur d'un faisceau de rayons parallèles.

b) Remarque : Reconnaître une lentille par observation d'un texte

➤ Expérience :

Observer un texte posé sur la table au travers d'une lentille convergente placée près du texte, puis au travers d'une lentille divergente. **Ce que nous observons est donc, dans chaque cas, l'image du texte donné par la lentille.**

- Avec la lentille convergente, « le texte apparaît grossi ».
Mieux : la lentille convergente donne du texte une image agrandie.
- La lentille divergente donne du texte une image rétrécie.

2) Le cristallin de notre œil

Pour la suite, l'utilisation de bancs optiques, qui permettent de réaliser des expériences plus précises et de procéder à des mesures, va nous aider à répondre à deux questions.

a) Question n°1 : quelle catégorie de lentille correspond au cristallin ?

LE CRISTALLIN EST OBLIGATOIREMENT UNE LENTILLE CONVERGENTE !

(Expliquer pourquoi en décrivant une expérience mise en œuvre sur banc optique)

b) Pourquoi le cristallin ne peut-il pas être rigide ?

Pour pouvoir former une image nette sur la rétine même si la distance à laquelle se trouve l'objet varie, le cristallin peut se déformer pour devenir plus convergent : **l'œil accommode.**

(Décrire une expérience sur banc optique qui justifie cette proposition)

3) Obtention de A'B', image d'un objet AB donnée par une lentille convergente

a) Les points particuliers d'une lentille convergente

Schéma (*axe optique, lentille, rayon incident, rayon émergent, centre optique, foyer objet, foyer image, plan focal objet, plan focal image, distance focale, vergence*)

Grâce aux expériences réalisées sur le tableau magnétique, répondre aux questions suivantes.

Centre optique

En quoi le centre optique de la lentille est-il un point particulier ?

Foyer image F' et distance focale f'

Qu'ont en commun les rayons lumineux émergents, issus de rayons incidents parallèles à l'axe optique de la lentille ?

Foyer objet F et distance focale f

Qu'ont en commun les rayons incidents donnant des rayons émergents parallèlement à l'axe optique ?

b) Comment construire graphiquement l'image d'un objet ?

- Propriété du centre optique : tout rayon passant par O traverse la lentille sans être dévié.
- Tout rayon incident parallèle à l'axe optique émerge de manière à passer par un point de cet axe appelé foyer principal image et noté F', distance focale $f' = \overline{OF'}$ en mètre (m), vergence $C = 1/f'$ en dioptrie (δ).
- Tout rayon incident passant par un point de l'axe optique appelé foyer principal objet (noté F) émerge parallèlement à l'axe optique.
 $OF = OF' = f$, F et F' sont symétriques l'un de l'autre par rapport à O.

Remarques :

- Plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par F' : plan focal image.
- Plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par F : plan focal objet.
- Tout ensemble de rayons parallèles entre eux (venant d'un point objet à l'infini) émerge en convergeant en un point du plan focal image.
- Tous les rayons issus d'un point du plan focal objet émergent parallèles entre eux (point image à l'infini).

(supplément)

c) Comment mesurer la distance focale d'une lentille convergente?

Sachant que les rayons issus d'un point lumineux objet très éloigné et qui traversent la lentille peuvent être considéré comme parallèles entre eux, déterminer approximativement la distance focale d'une lentille.

- Rédiger un protocole pour mesurer la distance focale de la lentille fournie par le professeur.
- Faire la mesure et donner la valeur de la distance focale de la lentille, en mètre.

➤ Expérience :

➤ Observations :

d) Lentille et concentration de l'énergie lumineuse

Expliquer pourquoi et comment on peut faire du feu à l'aide d'une lentille.



*C'est la deuxième fois que la lumière devient ... autre chose.
Peut être qu'en employant le terme « énergie », cela devient acceptable....*

DISCUSSION

e) Conclusion :

L'image d'un objet très éloigné (on dit : « à l'infini ») donnée par une lentille convergente se forme au niveau du foyer image (dans le plan focal image) de la lentille. La distance lentille-écran correspond alors à la distance focale f' de la lentille convergente.

III L'œil et ses défauts les plus simples

1) L'œil normal (emmétrope)

Un œil normal est tel que lorsque son cristallin est au repos (forme allongée, caractère le moins convergent possible) il se forme sur la rétine des images d'objets très éloignés.

Lorsque l'objet se rapproche, si le cristallin reste au repos, l'image va se former plus loin du cristallin, c'est-à-dire au-delà de la rétine. Pour que l'image se forme sur la rétine, le cristallin doit devenir plus convergent : il se contracte (devient plus bombé), l'œil accommode.

2) Défauts de l'œil

a) Œil myope

Le cristallin, même au repos, est trop convergent. L'image, même pour un objet très éloigné, se forme avant la rétine. Accommoder ne fera qu'accentuer le problème.

La solution : corriger avec un verre divergent, de vergence négative.

b) Œil hypermétrope

Le cristallin au repos n'est pas assez convergent et l'image se forme au-delà de la rétine.

En accommodant le défaut peut être corrigé, mais cela oblige la personne à accommoder en permanence et à fatiguer ses yeux. De plus, l'accommodation nécessairement de plus en plus forte lorsque l'objet se rapproche trouve plus vite ses limites et le point le plus proche observable est plus éloigné que pour un œil normal.

La solution : corriger avec un verre convergent, de vergence positive.

c) Œil presbyte

La vue de loin est normale, mais les muscles permettant d'accommoder fatiguent et, pour un objet rapproché, le cristallin n'est plus assez convergent. L'image se forme alors au-delà de la rétine.

La solution : corriger avec un verre convergent, de vergence positive.

d) Conclusions

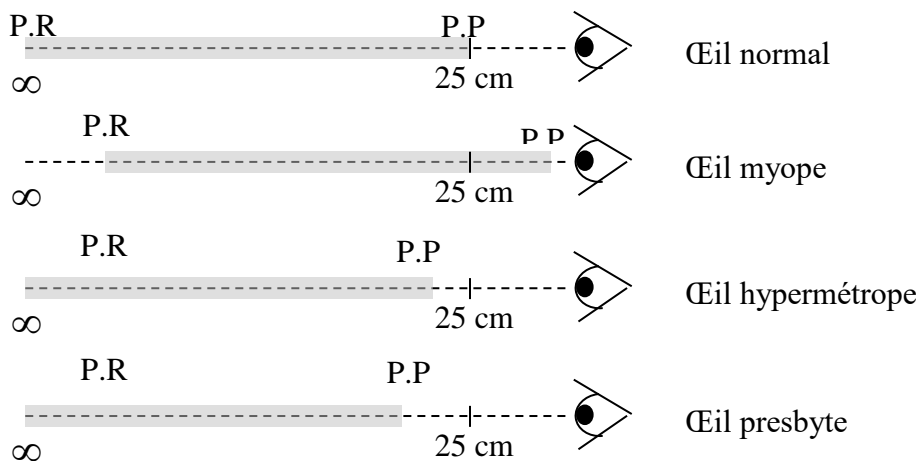
Un œil possédant l'un des trois défauts précédents (ou d'autres défauts, non décrits ici) est dit amétrope. Un œil sans défaut est dit emmétrope.

On appelle **Punctum Remotum (PR)** d'un œil, le point le plus éloigné qu'un œil voit net, sans accommoder (au repos).

Pour un œil normal, le PR se situe à l'infini.

On appelle **Punctum Proximum (PP)** d'un œil, le point **le plus proche** qu'un œil voit net en accommodant au maximum.

Pour un œil normal, le PP se situe à environ 25 cm. La distance entre l'œil et le PP est appelée distance minimale de vision distincte. En dessous de cette distance, l'œil ne peut plus accommoder et les objets sont flous.



3) Comment les opticiens classent-ils leurs lentilles correctrices ?

Pour répondre aux prescriptions des médecins ophtalmologistes et réaliser les verres des lunettes, les opticiens n'utilisent pas la distance focale pour différencier leurs lentilles mais utilisent plus volontiers la **vergence**, notée **C**, et exprimée en **dioptries** (δ).

$$1 \delta = 1 \text{ m}^{-1}$$

Docteur Jean De la Bonnière

Ophthalmologiste

1, rue de la Chaumière
27 033 Guichainville
Tel. 02 32 22 56 87
Fax. 02 32 22 56 88

Sabine Paton

Vision de loin

OD : -2,00

OG : -0,50

Vision de près

Add +1,50

Verres progressifs

Une monture

Docteur Jean De LA Bonnière - Ophthalmologiste - sas - Siret 234 000 000 00012 - N°TVA : DR 00 876 000 432

Pour une lentille convergente : $C = \frac{1}{f'}$

De même pour une lentille divergente : $C = \frac{1}{f'}$ mais la distance focale est compté négativement

La vergence d'une lentille convergente est positive.

La vergence d'une lentille divergente est négative.

La distance focale f et la vergence C d'une lentille sont des grandeurs caractéristiques de la lentille.

Les opticiens disposent de lentilles convergentes à $0,2 \delta$; $0,5 \delta$; $0,75 \delta$, etc.

et de lentilles divergentes à $-0,25 \delta$; $-0,5 \delta$; $-0,75 \delta$, etc. pour la fabrication des lunettes, par exemple.

Application :

1. Quels types de verre, la patiente porte-t-elle pour corriger sa vision de loin ? Sa vision de près ? Justifier.
2. Vérifier, par le calcul, que des verres de distance focale $f = 66,7 \text{ cm}$ corrigent bien la vision de près des yeux de la patiente.
3. Calculer la distance focale du verre qui corrige la vision de loin de l'œil gauche de la patiente.

REPRÉSENTATION VISUELLE

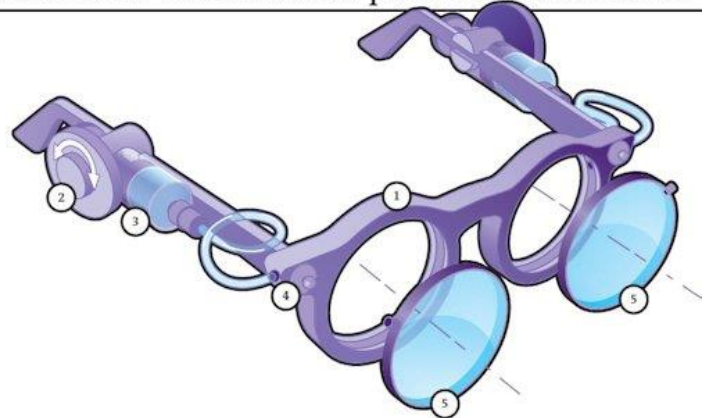
Des lunettes « AUTOFOCUS » pour le tiers-monde

Environ 153 millions de personnes dans le monde auraient besoin de lunettes mais n'y ont pas accès, selon l'Organisation Mondiale de la Santé. L'un des freins est le manque de personnel qualifié : on compte environ un ophtalmologiste pour 8 000 habitants en Europe, mais un pour huit millions au Mali. Face à cette carence, le physicien britannique Joshua SILVER de l'université d'Oxford, a imaginé des lunettes dont le réglage est effectué par leur porteur et permet de corriger la myopie, l'hypermétropie et la presbytie.

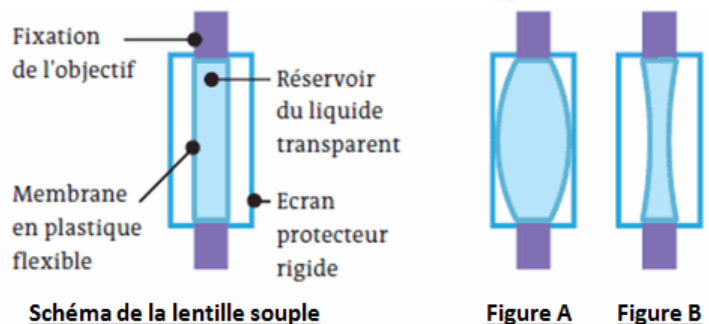
D'après un article paru dans LE MONDE du 08/10/2011

Des lunettes « autofocus » pour le tiers-monde

- (1) **La monture** : elle supporte l'ensemble du dispositif
- (2) **La mollette** : elle permet le réglage des membranes en ajoutant ou en retirant du silicone.
- (3) **Le réservoir de silicone** : il permet de stocker le gel de silicone
- (4) **Le fermoir** : une fois le réglage terminé, il permet le retrait du dispositif d'injection.



- (5) **Les lentilles** : elles sont formées par 2 membranes protégées par un écran de plastique rigide.
- Figure A** .les membranes se gonflent par ajout de silicone
- Figure B**. les membranes se creusent après retrait de silicone

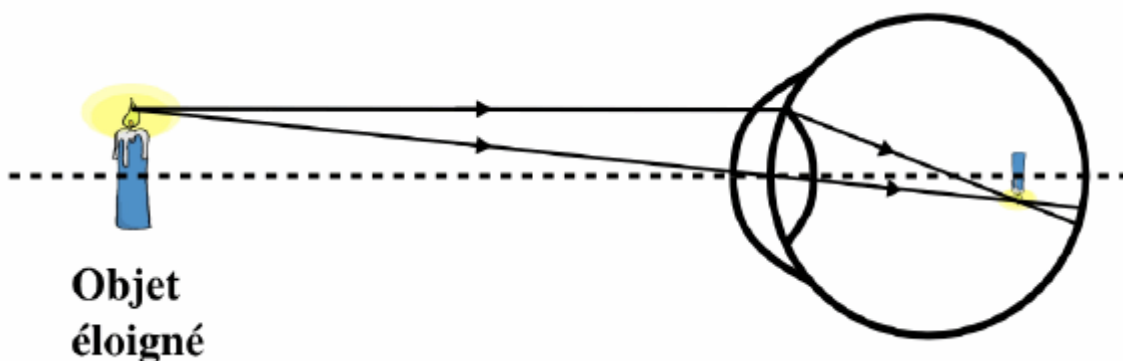


Question 1 : on s'intéresse aux « lentilles » représentées sur les figures A et B.

Répondre à la question 1 sur l'annexe 1, à rendre avec la copie.

Question 2 : défaut de vision

On schématise l'œil d'un adolescent présentant un défaut de vision :



- a - Préciser de quel défaut il s'agit, puis faire une phrase avec le mot "convergent" pour décrire ce défaut.
- b - Indiquer s'il faut creuser ou gonfler la membrane de la lunette autofocus pour corriger ce défaut de vision.

Question 3 : caractérisation d'une lentille.

On considère une lentille notée L_1 , de vergence $V_1 = + 2 \delta$ et une lentille L_2 , de vergence $V_2 = - 2 \delta$.

- a - Donner le nom de l'unité représentée par le symbole δ .
- b - Préciser laquelle des deux lentilles correspond à celle de la figure B du document.

Question 4 : on s'intéresse à la lentille de la figure B

Répondre à la question 4 sur l'annexe 1, à rendre avec la copie.

Question 5 : correction de la presbytie

La presbytie gêne la vision des objets proches, pour les adultes d'un certain âge : l'accommodation devient imparfaite, le cristallin n'est plus assez convergent.

- a - Schématisation du défaut.

Répondre à la question 4 sur l'annexe 1, à rendre avec la copie.





- b - Expliquer s'il faut gonfler ou creuser la membrane de la lunette autofocus pour corriger ce défaut de vision,
- c - Nommer un autre défaut de l'œil pour lequel on devrait effectuer le même réglage des lunettes autofocus.

**ANNEXE 1
À RENDRE AVEC LA COPIE**

PARTIE 2 : REPRÉSENTATION VISUELLE

Question 1 : la lentille de la figure A est :

Cocher uniquement la réponse exacte.

- divergente et sa représentation symbolique est 
- divergente et sa représentation symbolique est 
- convergente et sa représentation symbolique est 
- convergente et sa représentation symbolique est 

Question 4 : la figure B représente une correction pour un défaut de vision correspondant à un œil :

Cocher uniquement la réponse exacte.

- hypermétrope
- emmétrope
- presbyte
- myope

Question 5-a : compléter le schéma pour montrer un défaut de presbytie

