

Formation des contrôleurs techniques de véhicules légers fonctionnant au Gaz

LE CONTRÔLE VISUEL

LE CONTRÔLE VISUEL

Contrôle Visuel

Principes généraux
Notions d'optique géométrique

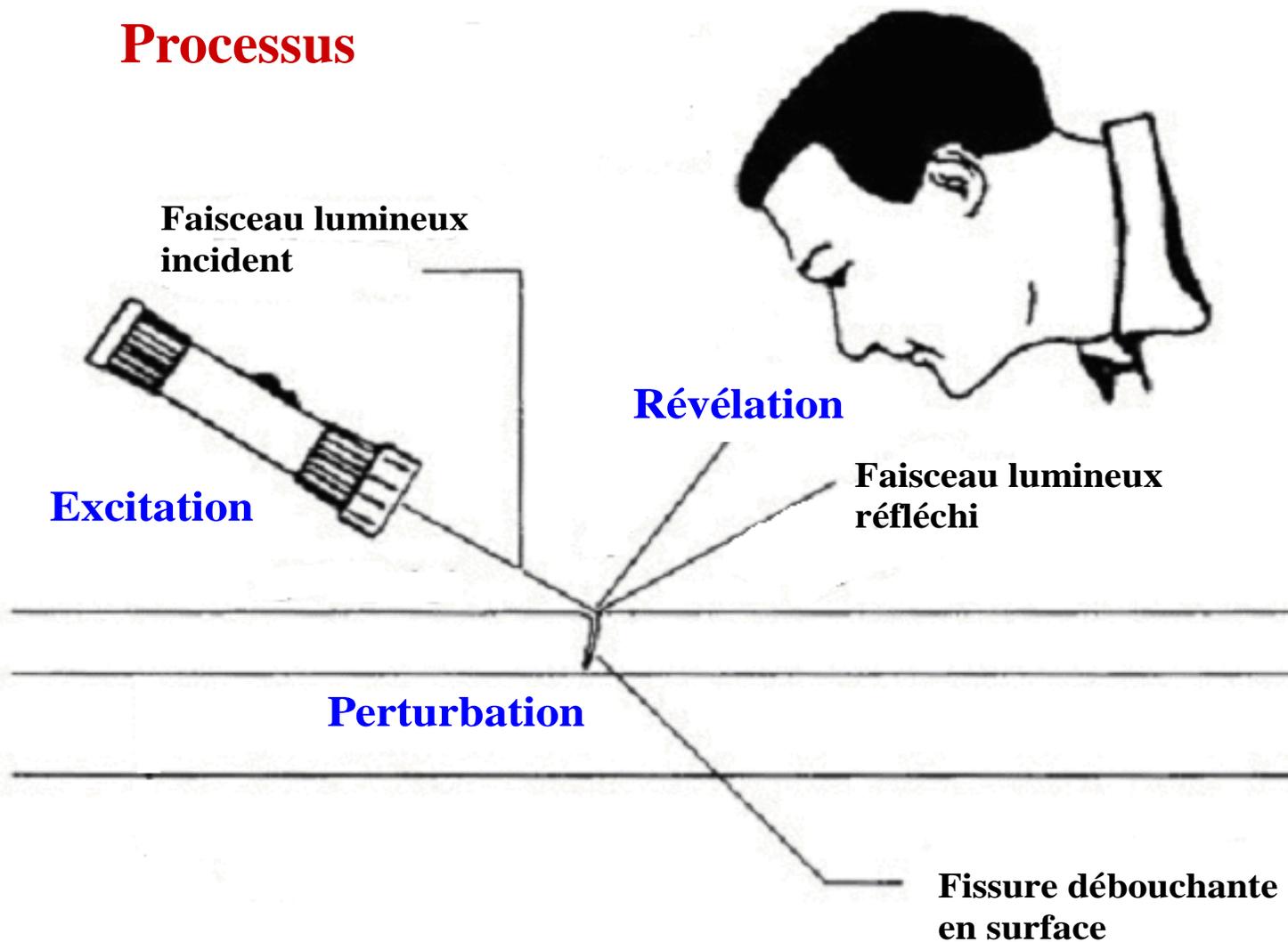
LE CONTRÔLE VISUEL

Définition

Le contrôle visuel est une méthode d'examens non destructifs qui utilise des radiations électromagnétiques dans le domaine optique

LE CONTRÔLE VISUEL

Processus



LE CONTRÔLE VISUEL

Processus

↖ **Phase d'excitation** : produire un faisceau lumineux

↖ **Phase de perturbation** : placer la pièce dans le champ optique du faisceau et rechercher son orientation la plus favorable pour la mise en évidence d'éventuels défauts de surface

↖ **Phase de révélation** : placer l'œil dans le champ du faisceau réfléchi par la surface de la pièce

LE CONTRÔLE VISUEL

Exemples d'applications



Contrôle de soudure dans l'industrie pétrochimique

Contrôle interne des canalisations de transport



Contrôle technique des installations haute pression Gaz Naturel Véhicule

Exigences en termes de Personnel

Le personnel chargé d'effectuer les contrôles doit démontrer :

- ↯ qu'il connaît les normes, les règles, les spécifications, le matériel utilisé et les procédures/instructions appropriées
- ↯ qu'il connaît le procédé de fabrication et/ou les conditions opératoires du composant à contrôler
- ↯ qu'il possède une vision satisfaisante conformément à l'EN 473

Normalisation

- ▣ **NF EN 13018 Octobre 2001** Essais non destructifs – Examen visuel – Principes généraux
- ▣ **ISO 3058 : 1998 Avril 1998**, Essais non destructifs – Moyens d'examen visuel – choix des loupes à faible grossissement
- ▣ **NF EN 13100-1 Janvier 2000**, Contrôle non destructif des assemblages soudés sur produits semi-finis en thermoplastiques – partie 1 : contrôle visuel
- ▣ **ISO 17637 : 2003, Juillet 2003**, Contrôle non destructif des assemblages soudés – Contrôle visuel des assemblages soudés par fusion
- ▣ **NF EN 1330-10 : 2003**, Essais non destructifs – Terminologie – Partie 10 : termes utilisés en contrôle visuel

Terminologie normalisée

Contrôle visuel direct



Définition

Contrôle visuel s'effectuant sans interruption du parcours optique entre l'œil de l'opérateur et la zone contrôlée

Ce contrôle peut être effectué soit sans aide, soit avec aide telle que par exemple miroir, lentille, endoscope ou fibres optiques

Il s'effectue lorsque la distance entre l'œil et la surface à contrôler **n'excède pas 600 mm et sous un angle supérieur ou égal à 30°**

Terminologie normalisée

Contrôle visuel direct

Exigences en éclairage

- ↖ Contrôle général : 160 lux minimum
- ↖ Contrôle visuel local : 500 lux minimum

LE CONTRÔLE VISUEL

La lumière

nature et sources

LE CONTRÔLE VISUEL

La lumière - *Nature*

Définition

La lumière visible est un cas particulier d'onde électromagnétique de longueurs d'ondes comprises entre 3900 Å et 7600 Å environ, transportant de l'énergie sous forme de quantités discontinues q appelées photons, de l'ordre de l'électronvolt

LE CONTRÔLE VISUEL

Expérience du disque de Newton

a)



b)



a) disque immobile avec sept secteurs circulaires (les 7 couleurs de l'arc en ciel),
b) le disque tourne rapidement le mélange optique des sept couleurs a pour résultante une impression nouvelle, le disque semble blanc

La lumière - *Nature*

Sources primaires

Définition

Une source primaire est une source qui émet par elle même de l'énergie sous forme d'énergie lumineuse

Exemples

- ↖ les étoiles,
- ↖ le soleil,
- ↖ une lampe à incandescence,
- ↖ une lampe spectral,
- ↖ un laser

La lumière - *Nature*

Sources secondaires

Définition

Une source secondaire n'émet pas par elle même, elle réfléchit ou diffuse la lumière émise par une source primaire

Exemples

↗ la lune qui diffuse la lumière solaire se comporte la nuit pour la terre comme une source secondaire

↗ tous les objets naturels éclairés par le soleil constituent autant de sources secondaires

LE CONTRÔLE VISUEL

La lumière - réfraction

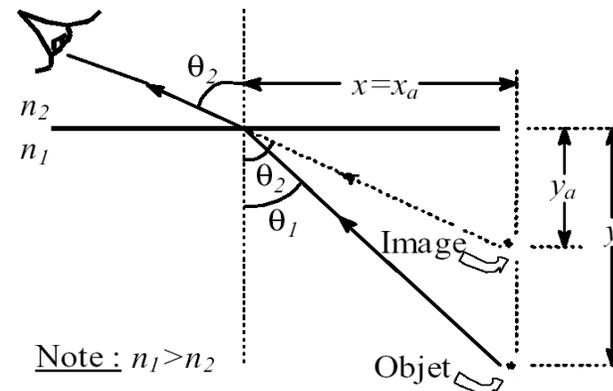
Il y a réfraction de la lumière lorsqu'un rayon incident passe d'un milieu à un autre (par exemple l'air dans l'eau)

L'ensemble des deux milieux est appelé un **dioptre**. Quand la surface de séparation est plane, on dit qu'il s'agit d'un dioptre plan

On observe alors que le rayon lumineux est dévié de sa trajectoire

Exemple :

un bâton plongé dans l'eau
semble brisé



LE CONTRÔLE VISUEL

La lumière - *réfraction*

Indice de réfraction « n »

Indice de réfraction d'un milieu : rapport c/v de la vitesse de la lumière dans le vide à la vitesse de phase de la lumière dans le milieu considéré

Exemples d 'indice de réfraction

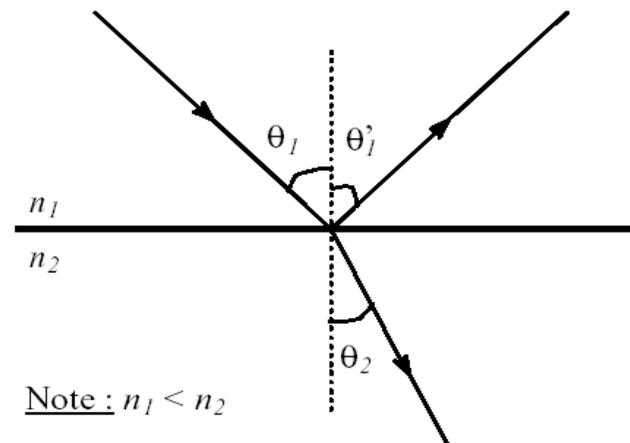
Matériau	Indice de réfraction, n
air	1,000
eau	1,333
verre crown	1,52
diamant	2,419

La lumière - *réfraction*

Loi de Snell-Descartes

Les indices de réfraction permettent d'établir une relation, appelée loi de Snell-Descartes, entre les directions de propagation des rayons lumineux dans les milieux, soit :

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$



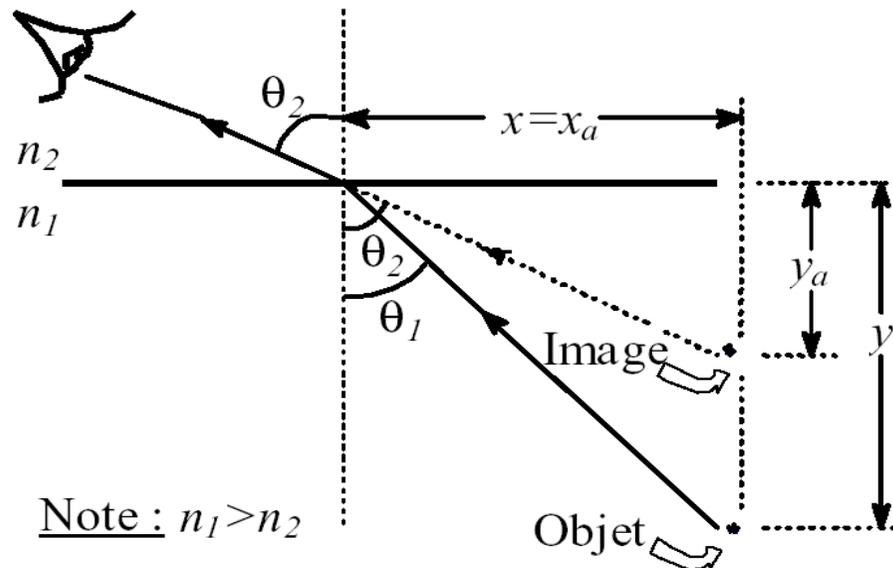
LE CONTRÔLE VISUEL

La lumière - *réfraction*

Profondeur apparente

Lorsque vu par un observateur dans l'air, un objet sous l'eau est à une profondeur apparente moins grande que sa profondeur réelle

L'image vue par l'observateur se trouve à la profondeur apparente obtenue si les rayons lumineux avaient voyagés en ligne droite



LE CONTRÔLE VISUEL

Les instruments d'optique

Lentilles et Miroirs

Les instruments d'optique

Généralités

Les instruments d'optique les plus courants sont des montages de **lentilles**, de **prismes** et de **miroirs** permettant de diriger la lumière qui y pénètre dans diverses directions

L'instrument d'optique naturel dont nous nous servons pour voir les objets est **notre œil**

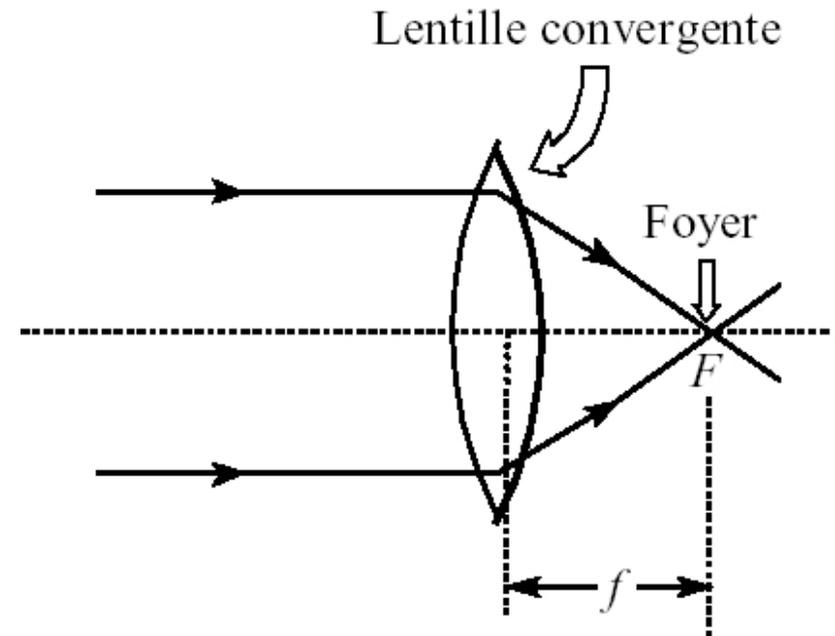
On peut améliorer ses performances à l'aide de **loupes**, de **microscopes** ou de **lunettes** diverses

Les instruments d'optique - *les lentilles*

Définitions

Une lentille **convergente** est une lentille avec une épaisseur plus grande au centre que sur les bords

Le foyer, situé derrière la lentille convergente, est le point où des rayons parallèles à l'axe optique se croisent après avoir traversé la lentille

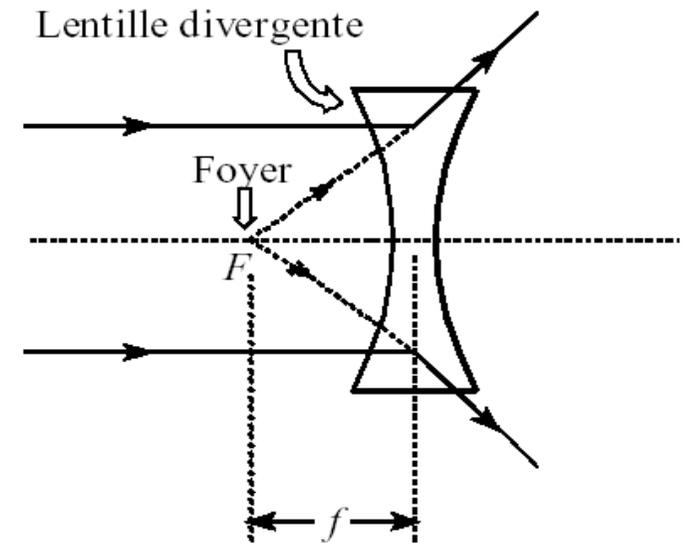


Les instruments d'optique - *les lentilles*

Définitions

Une lentille **divergente** est une lentille avec une épaisseur plus petite au centre que sur les bords

Le foyer, situé devant la lentille divergente, est le point où des rayons parallèles à l'axe optique se croisent après avoir traversé la lentille

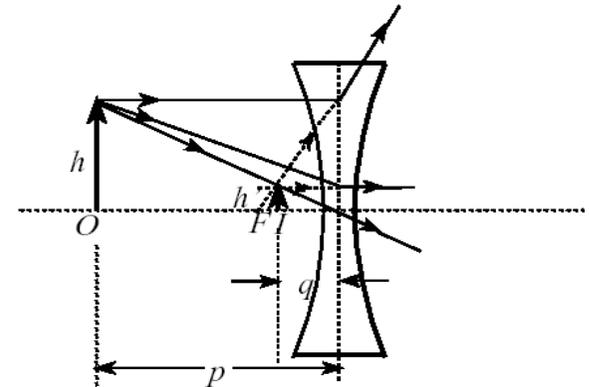
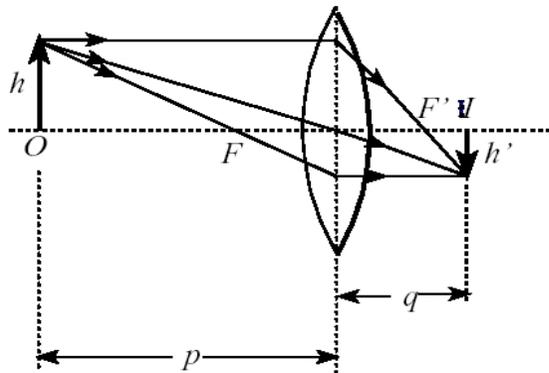


LE CONTRÔLE VISUEL

Notion de grandissement

La dimension de l'image peut être plus grande ou plus petite que la dimension de l'objet. Le grandissement donne le rapport de dimension entre l'image et l'objet, soit :

$$\gamma = \frac{h'}{h} = -\frac{q}{p}$$



Où γ est le grandissement,
 h' est la grandeur de l'image en mètres
 h est la grandeur de l'objet en mètres

Les instruments d'optique - *l'œil humain*

L'œil est un système optique où le cristallin et la cornée agissent comme lentilles et la rétine agit comme écran.

Il comporte plusieurs milieux réfringents dont le cristallin qui est une lentille convergente de convergence variable placé devant la rétine où sont placées les cellules nerveuses sensibles à la lumière

Les unes sont sensibles aux couleurs, les autres à l'intensité

Schématiquement, l'œil humain peut donc être assimilé à une chambre noire munie d'une lentille convergente variable (le cristallin), d'un diaphragme (la pupille) et d'une plaque photosensible (la rétine).

La distance focale de ce système doit s'ajuster en fonction de la distance des objets pour que les images perçues soient nettes sur la rétine. Dans ce but, la courbure du cristallin est modifiée par l'action des muscles ciliaires. Pour l'œil normal (moyen) la rétine est à 2 cm du cristallin.

Les instruments d'optique - *l'œil humain*

Un œil normal donne d'un point lumineux à l'infini une image ponctuelle qui se forme sur la rétine, le cristallin étant au repos. Si l'objet se rapproche et si l'œil restait au repos, l'image se formerait en arrière de la rétine et notre vision serait floue.

En fait, le cristallin ne reste pas au repos et sa convergence croît lorsqu'on cherche à voir un objet rapproché.

Ce phénomène est appelé accommodation. Il est obtenu par la pression des petits muscles entourant le cristallin.

L'accommodation a des limites : lorsque l'objet se trouve à des distances trop rapprochées, elle cesse.

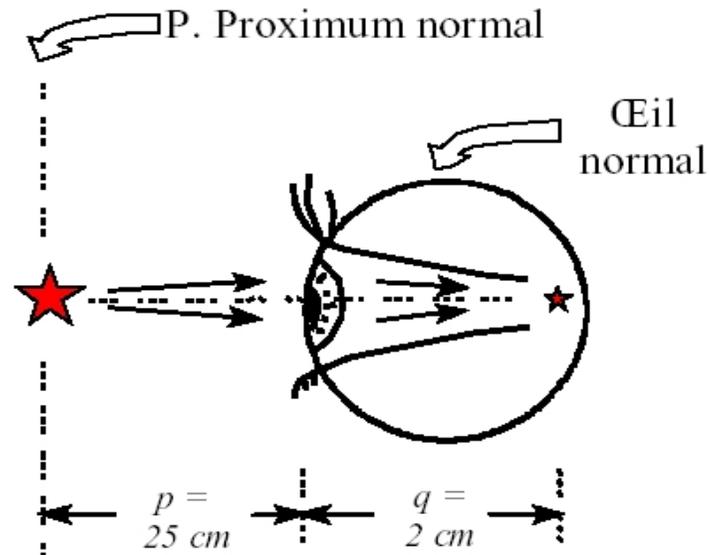
LE CONTRÔLE VISUEL

Les instruments d'optique - / l'œil humain

Punctum proximum

Distance des objets jusqu'à laquelle on peut rapprocher un objet et en percevoir une image nette

Le punctum proximum de l'œil normal est à 25 cm

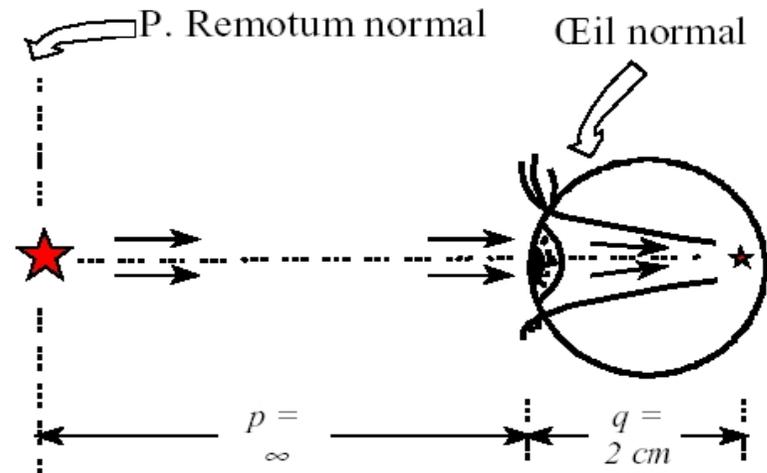


Les instruments d'optique - / 'œil humain

Punctum remotum

Distance p à partir de laquelle l'œil n'accommode plus (c'est l'infini optique)

C'est la distance des objets jusqu'à laquelle on peut éloigner un objet et en percevoir une image nette



Les instruments d'optique - *l'œil humain*

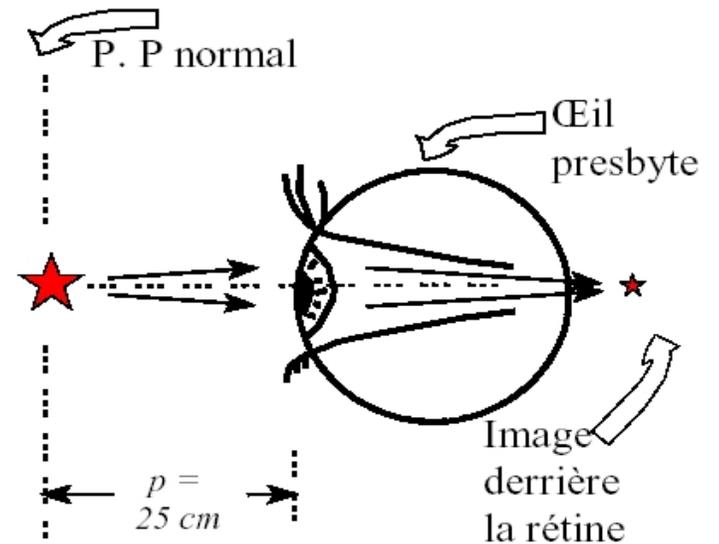
Anomalies de l'œil - *l'œil presbyte*

Description de l'œil presbyte

La presbytie est un trouble qui survient lorsque les muscles ciliaires n'augmentent pas suffisamment la courbure du cristallin pour des objets rapprochés.

Le punctum proximum d'un presbyte est trop grand.

Pour un objet placé à 25 cm devant l'œil d'un presbyte, l'image se forme derrière la rétine.



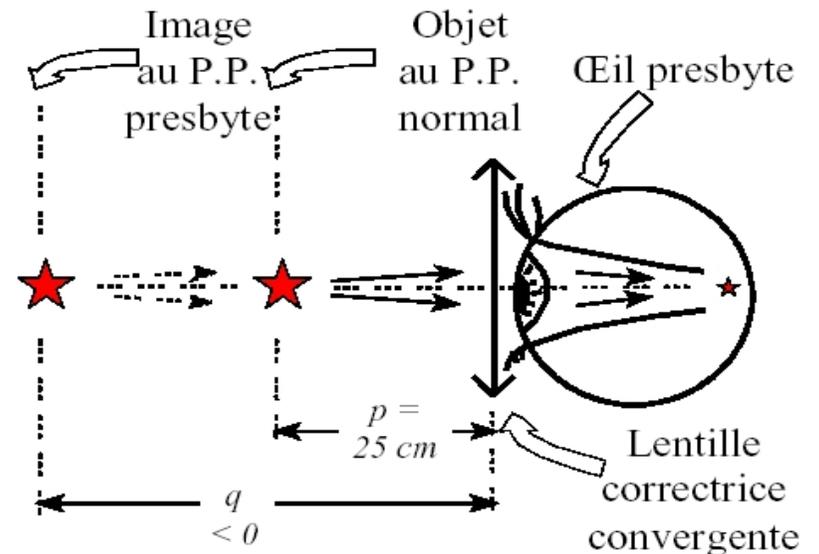
Les instruments d'optique – l'œil humain

Anomalies de l'œil - l'œil presbyte

Moyens de correction de l'œil presbyte

Une lentille correctrice **convergente** peut être placée devant l'œil afin que l'objet situé à 25 cm donne une image virtuelle située au punctum proximum de l'œil presbyte.

L'image virtuelle est vue au travers la lentille correctrice et le cristallin en forme une image sur la rétine.



Les instruments d'optique - l'œil humain

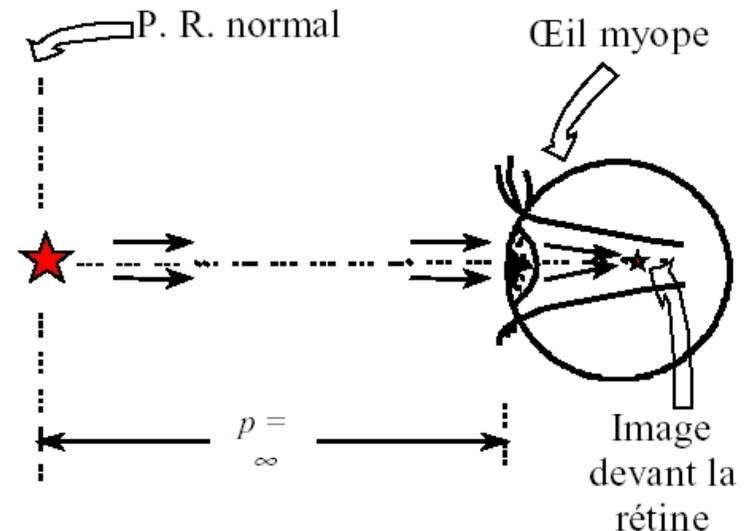
Anomalies de l'œil - l'œil myope

Description de l'œil myope

La myopie est un trouble qui survient lorsque les muscles ciliaires ne réduisent pas suffisamment la courbure du cristallin pour des objets éloignés.

Le punctum remotum est trop petit.

Pour un objet placé à l'infini devant l'œil d'un myope, l'image se forme devant la rétine.



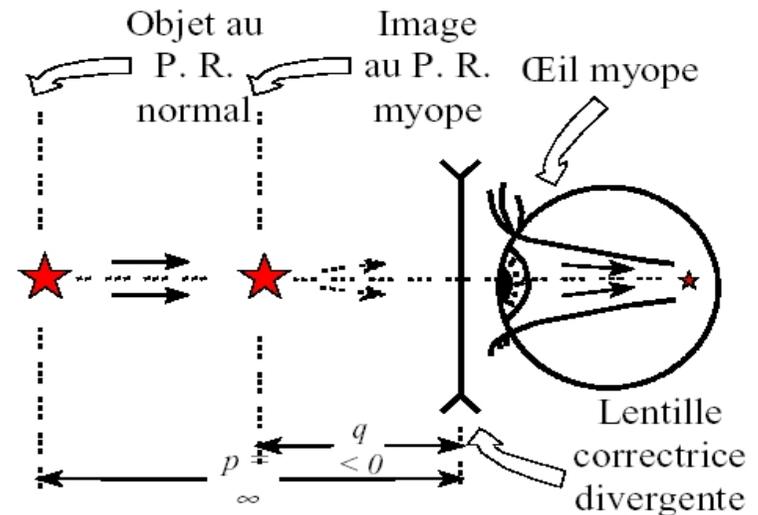
Les instruments d'optique - l'œil humain

Anomalies de l'œil - l'œil myope

Moyens de correction de l'œil myope

Une lentille correctrice **divergente** peut être placée devant l'œil afin que l'objet situé à l'infini donne une image virtuelle située au punctum remotum de l'œil myope.

L'image virtuelle est vue au travers la lentille correctrice et le cristallin en forme une image sur la rétine.



LE CONTRÔLE VISUEL

Les instruments d'optique - *la loupe*

Une loupe sert à grossir de petits objets situés à de petites distances

Elle est constituée d'une **lentille convergente**

L'objet est généralement placé au foyer de la loupe pour un meilleur confort visuel



LE CONTRÔLE VISUEL

Les instruments d'optique

Les miroirs

Les miroirs sont des instruments d'optique servant à réfléchir la lumière

Ils sont généralement taillés dans du verre parfaitement poli et recouverts d'une fine particule métallique (argent, aluminium, chrome, mercure)

On distingue selon la nature des surfaces, des miroirs plans, sphériques, etc...



Les instruments d'optique - *les miroirs*

Miroir plan

Les miroirs plans donnent d'un objet lumineux A une image virtuelle A' symétrique de A par rapport au miroir

L'image se situe derrière le miroir à une distance égale à la distance entre l'objet et la surface réfléchissante.

L'image d'un objet dans un miroir plan est inversée, c'est-à-dire que la droite et la gauche sont permutés

Exemple : lorsque nous levons le bras droit devant une glace, notre image lève le bras gauche

Choix des instruments d'optique

Choix des miroirs

Les miroirs doivent être choisis de manière appropriées en tenant compte des points suivants :

- aplatissement**
- réflectivité**
- ouverture**

Les miroirs à faible grossissement doivent être choisis en prenant en compte les points pertinents de l'ISO 3058

Choix des instruments d'optique

Choix des lentilles

Les lentilles doivent être choisies de manière appropriée en tenant compte des points suivants :

- résolution
- ouvertures
- aberration chromatique
- distorsion géométrique
- performance indirecte

Les lentilles doivent être choisies en prenant en compte les points pertinents de l'ISO 3058