

GLOSSAIRE D'OPTIQUE

Aberrations : défauts associés à l'imperfection des instruments d'optique (conditions de Gauss non réalisées) et donnant des images floues ou déformées.

Chromatiques : aberrations liées à la dispersion de la lumière à travers un instrument d'optique contenant des dioptries et utilisé en lumière polychromatique (ex : une lentille convergente est plus convergente pour le violet que pour le rouge).

Géométriques : déformations de l'image liées à une trop grande ouverture du système (aberration sphérique) ou à un défaut d'aplanétisme (la coma = chevelure) ou à des faisceaux de faible ouverture mais de grande inclinaison ou à des objets trop excentrés par rapport à l'axe (distorsion).

Absorption : décroissance de l'intensité lumineuse lors de la propagation de la lumière dans un milieu.

Achromatique : dépourvu d'aberrations chromatiques.

Angle d'incidence: angle que fait le rayon incident avec la normale à la surface réfléchissante au point d'incidence.

Aplanétisme : si un objet plan AB est perpendiculaire à l'axe optique d'un système optique stigmatique, son image A'B' est plane et perpendiculaire à ce même axe.

Astigmatisme : absence de stigmatisme ; défaut visuel qui ne permet pas de voir avec la même netteté les lignes horizontales et les lignes verticales (l'œil n'est pas de révolution autour de son axe).

Biréfringence : propriété présentée par certains cristaux anisotropes (ex : quartz ou spath) de donner deux rayons réfractés d'un même rayon incident.

Caustique : surface tangente à l'ensemble des rayons issus d'un même point objet. La caustique se manifeste par une accumulation de lumière d'où son nom (caustique vient du grec « kaustikos » apte à faire brûler).

Centre optique d'un système: point de l'axe tel que tout rayon qui passe par ce point sort parallèle à sa direction initiale après s'être réfracté sur la face d'entrée du système.

Chemin optique : par définition la quantité $dS = n(r)ds$ représente le chemin optique élémentaire parcouru par le rayon lumineux entre deux fronts d'onde infiniment voisins ; il représente la distance que parcourrait la lumière dans le vide pendant le temps dt de son trajet dans le milieu d'indice n .

Collimateur : système optique permettant d'obtenir un faisceau de lumière parallèle.

Conditions de stigmatisme approché ou conditions de Gauss : faisceau de faible étendue et rayons peu inclinés par rapport à l'axe (faisceaux paraxiaux)

Construction de Huygens : méthode de construction du rayon réfracté en traçant deux demi cercles de rayons $1/n_1$ et $1/n_2$.

Construction de Snell-Descartes : méthode de construction du rayon réfracté en traçant deux demi cercles de rayons n_1 et n_2 .

Déviation : angle dont il faut faire tourner le rayon incident pour l'amener sur le rayon émergent (réfracté ou réfléchi).

Diamètre apparent : angle sous lequel est vu un objet.

Diaphragme : du grec « diaphragma » qui signifie cloison ; ouverture limitant les dimensions d'un faisceau lumineux.

Diffraction : du latin « diffractus » qui signifie brisé ; modification du trajet d'une onde au voisinage d'un obstacle ; éparpillement de la lumière dû à une limitation matérielle de l'étendue d'une onde.

Ex : lorsque l'étendue d'un faisceau de rayons parallèles est limitée par un trou circulaire de diamètre $D < \lambda$, le faisceau émergent n'est plus parallèle.

Diffusion : éparpillement dans toutes les directions d'un faisceau lumineux tombant sur un objet ou une surface ; forme particulière de réflexion sur un corps mat (non brillant ou non poli) c'est à dire un corps dont la surface présente de nombreuses facettes, chacune se comportant comme un miroir.

Dioptre : des mots grecs « dia » à travers et « optesthai », voir ; surface de séparation entre deux milieux transparents ; cette surface de séparation est supposée non diffusante et non diffractante (ce qui signifie que les aspérités présentées par cette surface sont de dimensions très inférieures à λ).

Le dioptre est en général plan ou sphérique.

Dioptrie : unité de vergence de symbole δ : $1 \delta = 1 \text{ m}^{-1}$.

Dispersion : phénomène associé à la variation de l'indice n d'un milieu en fonction de la longueur d'onde λ du rayonnement ; en général n est une fonction décroissante de λ (ou n croît avec la fréquence) et la dispersion est alors dite normale (par opposition au cas où n croît avec λ et où la dispersion est qualifiée d'anormale).

Distance focale objet d'un système centré : distance du plan principal objet au foyer principal objet.

Distance focale image d'un système centré : distance du plan principal image au foyer principal image.

Doublet : association de deux lentilles minces ; le doublet est dit accolé si les centres optiques des deux lentilles peuvent être considérés comme confondus, dans le cas contraire il est dit non accolé.

Equation iconale ou eikonale (du russe ikona emprunté au grec byzantin eikona alors qu'image vient du latin imago) : équation qui permet de décrire le trajet des rayons lumineux dans un milieu

inhomogène ; sous sa forme élémentaire elle s'écrit : $\frac{d(n\vec{t})}{ds} = \vec{\text{grad}}.n$

Faisceau lumineux : ensemble des rayons émis par le même point source ; un faisceau peut être convergent, divergent, cylindrique ou parallèle.

Focométrie : détermination des foyers d'un système optique.

Foyer principal image : position de l'image, donnée par un système optique, d'un point objet situé sur son axe optique, à l'infini.

Foyer principal objet : position du point objet qui donne une image (à travers un système optique) à l'infini

Foyers secondaires : positions des images, données par un système optique, de points objet situés à l'infini, en dehors de l'axe optique.

Grandissement :

Angulaire : $G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{n}{n'} \left(\frac{1}{\gamma}\right)$ où θ et θ' représentent respectivement les angles sous lesquels

on aperçoit l'objet (dans n) à l'œil nu et son image à travers le système optique (de n') ; γ est le grandissement transversal.

Longitudinal ou **Axial** : $g = \frac{\overline{A'E'}}{AE} = \frac{n'}{n} \gamma^2$ (E et E' représentent l'étendue de l'objet et de l'image suivant l'axe optique)

Transversal ou **Linéaire** : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{AB}$

Goniomètre : appareil de mesure des angles.

Grossissement : $G = \frac{\theta'}{\theta}$ où θ et θ' représentent respectivement les angles sous lesquels on aperçoit l'objet à l'œil nu et son image à travers le système optique.

Hypermétropie : défaut visuel associé à un manque de convergence du cristallin ; se corrige par le port de verres convergents

Image :

Réelle : image pouvant être recueillie sur un écran ; image formée par l'intersection de rayons réels.

Virtuelle : image ne pouvant pas être recueillie sur un écran ; image formée par l'intersection des prolongements des rayons réels.

Incidence de Brewster: angle d'incidence $i=i_B$ pour lequel le rayon réfléchi est polarisé perpendiculairement au plan d'incidence : $\tan i_B = n_2/n_1$.

Indice d'un milieu: rapport entre la vitesse c de la lumière dans le vide et la vitesse (de phase) de la lumière v dans le milieu matériel : $n = c/v$ est un nombre sans dimension et sans unité.

Interférence : superposition d'ondes émises par plusieurs sources cohérentes (de même fréquence et de même phase)

Lentille : milieu transparent homogène et isotrope limité par deux dioptrés sphériques ou un dioptré sphérique et un dioptré plan ; il existe 6 sortes de lentilles : 3 à bords minces (biconvexe, plan convexe, ménisque convergent) et 3 à bords épais (biconcave, plan concave et ménisque divergent).

Lentille mince : une lentille est dite mince lorsque l'on peut négliger son épaisseur vis à vis des rayons de courbure de ses faces ; les sommets des dioptres sont confondus en un point O qui est le centre optique de la lentille (les points principaux P_1 et P_2 , les points nodaux N_1 et N_2 sont confondus en O) ; les rayons passant par O ne sont donc pas déviés.

Loi : expression du rapport entre des phénomènes naturels.

Lois de Snell-Descartes : lois de la réflexion et de la réfraction : les rayons incident et réfracté sont dans le plan d'incidence ; l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion ; l'angle de réfraction i_2 d'un rayon arrivant du milieu d'indice n_1 sous l'incidence i_1 et pénétrant dans un milieu d'indice n_2 est tel que $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$.

Lumière :

Blanche : lumière contenant toutes les radiations du spectre visible, émises par des sources à incandescence..

Naturelle : lumière, non polarisée, émise par les sources lumineuses habituelles.

Monochromatique : lumière constituée d'une radiation (une couleur unique) associée à une longueur d'onde ; lumière émise par un laser.

Cohérente : lumière émise par un laser : émission d'ondes de même fréquence (synchrones) et de même phase ou de différence de phase constante.

Incohérente : lumière émise par une lampe à incandescence ou tout autre source excepté un laser : les ondes émises ne sont pas en phase (l'orientation des champs change environ 1 milliard de fois par seconde pour une lumière naturelle).

Milieu :

Continu : lorsque $\lambda \gg$ distances inter atomiques

Homogène : même composition en tous points (la susceptibilité électrique χ est indépendante de la position)

Isotrope : mêmes propriétés dans toutes les directions (la susceptibilité électrique χ est un scalaire)

Linéaire : il existe une relation linéaire entre le vecteur polarisation \vec{P} et le vecteur champ électrique \vec{E} : $\vec{P} = \chi \vec{E}$ où χ représente la susceptibilité électrique.

Local : les propriétés en un point ne dépendent que de ce point.

Non linéaire : il existe une relation non linéaire entre le vecteur polarisation \vec{P} et le vecteur champ électrique \vec{E} .

Non local : les propriétés en un point ne dépendent pas que de ce point mais aussi des points environnants (il faut prendre en compte un volume autour du point considéré).

Transparent : qui se laisse traverser par la lumière sans absorption ($R+T=1$)

Myopie : défaut visuel associé à une trop forte convergence du cristallin.

Miroir :

Plan : la surface réfléchissante est plane

Concave : la surface réfléchissante est la surface intérieure d'une sphère (le centre et le foyer sont réels car ils sont dans le milieu de propagation) ; un miroir concave est convergent.

Convexe : la surface réfléchissante est la surface extérieure d'une sphère (le centre et le foyer sont virtuels car ils ne sont pas dans le milieu de propagation) ; un miroir convexe est divergent.

Elliptique : la surface réfléchissante est une surface elliptique

Sphérique : la surface réfléchissante est une sphère

Ombre : zone sombre portée sur un écran par un obstacle interposé sur les rayons lumineux issus d'une source *ponctuelle* : contours nets, sans variation d'intensité.

Onde :

Electromagnétique: propagation simultanée d'un champ électrique et d'un champ magnétique ; cette onde peut se propager dans le vide c'est à dire sans support matériel

Acoustique : propagation d'une déformation dans un milieu matériel ; cette onde ne peut pas se propager dans le vide

Optique :

Géométrique : modèle d'étude permettant de traiter simplement en termes de rayons lumineux la propagation des ondes lumineuses, l'existence et la formation des images (cas limite de l'optique ondulatoire valable si λ est très petit devant la dimension D des obstacles rencontrés)

Ondulatoire : branche de l'optique traitant de la lumière en termes d'ondes (amplitude et phase) ; modèle applicable lorsque $D \approx \lambda$

Quantique : branche de l'optique traitant de la lumière en termes de corpuscule (photons) ; modèle applicable lorsque $D \ll \lambda$

Pénombre : zone sombre portée sur un écran par un obstacle interposé sur les rayons lumineux issus d'une source *étendue* : contours flous, zone d'éclaircissement variant progressivement de l'ombre à la lumière (variation d'intensité).

Plan d'incidence : plan contenant le rayon incident et la normale à la surface réfléchissante au point d'incidence.

Point d'incidence : point où le rayon incident rencontre la surface réfléchissante.

Plan focal : plan perpendiculaire à l'axe optique contenant le foyer principal et les foyers secondaires.

Plan principal image : lieu des points d'intersection des rayons incidents parallèles à l'axe optique avec les rayons émergents correspondants qui passent par le foyer principal image après avoir traversé le système optique ; c'est un plan de grandissement linéaire $+1$. Ce plan coupe l'axe en un point nommé *point principal image* P_2 .

Plan principal objet: lieu des points d'intersection des rayons incidents parallèles à l'axe optique avec les rayons émergents correspondants qui passent par le foyer principal objet après avoir traversé le système optique ; c'est un plan de grandissement linéaire $+1$. Ce plan coupe l'axe en un point nommé *point principal objet* P_1 .

Plans antiprincipaux : ce sont les plans de grandissement linéaire -1 .

Pinceau lumineux : faisceau de faible ouverture ou s'il est parallèle, de faible dimension latérale.

Points :

Nodaux : points axiaux conjugués tels qu'à tout rayon incident passant par le point nodal objet N correspond un rayon émergent qui lui est parallèle et passe par le point nodal image N'

Antinodaux : : points axiaux conjugués tels que le rayon incident et le rayon émergent correspondant passant par ces points font avec l'axe des angles opposés.

Principaux : points d'intersection des plans principaux avec l'axe.

Polarisation : état d'un rayonnement lumineux lorsque les vecteurs champs ont une orientation ou une direction non aléatoire.

Postulat : proposition non susceptible de démonstration et admise avec toutes ces conséquences.

Pouvoir séparateur : aptitude d'un instrument d'optique (ou d'un œil) à distinguer deux points très proches.

Presbytie : défaut visuel associé au vieillissement de l'œil (accommodation réduite due à une moindre élasticité des procès ciliaires).

Principe : loi de portée très générale justifiée par l'exactitude de ses conséquences.

Principe de Fermat : pour aller d'un point A à un point B le chemin effectivement suivi par la lumière est celui pour lequel le chemin optique est extrémal (ou stationnaire).

Punctum proximum : distance minimale de vision distincte.

Punctum remotum : distance maximale de vision distincte (l'infini pour un œil normal).

Rayon lumineux : modèle d'étude de la lumière utilisé dans le cadre de l'optique géométrique, pour expliquer la formation des images.

Réflexion : brusque changement de direction de la lumière qui, à la rencontre de la surface séparant deux milieux, revient dans son milieu de propagation initial.

Réflexion totale : lorsqu'un rayon lumineux venant d'un milieu d'indice n_1 frappe un dioptré séparant ce premier milieu d'un second milieu (plus réfringent) d'indice $n_2 > n_1$, sous un angle d'incidence i_1 supérieur à une valeur limite i_{1L} telle que $\sin i_{1L} = n_2/n_1$, alors il est totalement réfléchi.

Réflexion vitreuse : lorsque le second milieu est transparent (tel que le verre ou l'eau) ; dans ce cas, le coefficient de réflexion R dépend de l'angle d'incidence i : $R = R(i)$.

Réflexion métallique : lorsque le second milieu un métal ; le coefficient de réflexion R est égal à 1 quel que soit i ; dans ce cas, il n'y a pas de rayon réfracté.

Réfraction : du latin « refractus » brisé ; déviation d'un rayon lumineux lors de la traversée d'un dioptré.

Réfraction limite : lorsqu'un rayon lumineux venant d'un milieu d'indice n_1 frappe un dioptré séparant ce premier milieu d'un second milieu (moins réfringent) d'indice $n_2 < n_1$, sous un angle d'incidence $i_1 = 90^\circ$, alors il est réfracté sous l'angle de réfraction limite i_{2L} tel que $\sin i_{2L} = n_1/n_2$.

Réfringence : caractéristique liée à la valeur de l'indice d'un milieu ; plus l'indice est élevé et plus le milieu est réfringent.

Source ponctuelle : objet lumineux vu par l'œil sous un angle inférieur à une minute d'arc ($3 \cdot 10^{-4}$ rad)

Stigmatisme : du grec « stigma », qui signifie point ; un instrument d'optique parfait est un instrument qui remplit la condition de stigmatisme à savoir que tous les rayons issus d'un point objet A quelconque passent par le même point image A' après avoir traversé l'instrument. On dit alors que les points A et A' sont conjugués.

Le seul instrument remplissant rigoureusement cette condition est le miroir plan.

Surface :

Diffusante : surface avec des aspérités de dimensions $> \lambda$

Non diffusante : surface avec aspérités de dimensions $\ll \lambda$

Non diffractante : surface avec aspérités de dimensions $\ll \lambda$

Polie : surface avec des aspérités de dimensions $< \lambda/10$

Réfléchissante : surface non réfractante

Réfractante : surface non réfléchissante

Système :

Afocal : système qui d'un objet à l'infini donne une image à l'infini (ses foyers sont rejetés à l'infini ce qui équivaut à un système sans foyers).

Catadioptrique : du grec « kata » contre, en retour, vers le bas ; système centré qui comprend au moins un miroir.

Catoptrique : système qui ne comporte que des miroirs.

Centré : système qui admet un axe de symétrie de révolution ; cet axe est l'axe optique du système centré.

Dioptrique : système qui ne contient que des milieux transparents (pas de miroirs).

Divergent : système dont le foyer image est virtuel.

Théorème : proposition scientifique qui peut être démontrée.

Théorème de Malus : les rayons sont toujours normaux aux surfaces d'ondes.

Vergence : On appelle vergence d'un système centré, d'indice d'entrée n_e et d'indice de sortie n_s , la

grandeur : $V = \frac{n_s}{f'} = -\frac{n_e}{f}$; la vergence s'exprime en dioptries (symbole δ).

Un système est convergent si $V > 0$, divergent si $V < 0$ et afocal si $V = 0$.