

# 17 Fiches de Révision

# BTS OL

## Systemes optiques

- ✓ Fiches de révision
- ✓ Fiches méthodologiques
- ✓ Tableaux et graphiques
- ✓ Retours et conseils



Conforme au Programme Officiel



Garantie Diplômé(e) ou Remboursé

**4,7/5** selon l'Avis des Étudiants



# Préambule

## 1. Le mot du formateur :



Hello, moi c'est **Jules Dubois** 🙋

D'abord, je tiens à te remercier de m'avoir fait confiance et d'avoir choisi [www.coursbtsol.fr](http://www.coursbtsol.fr).

Si tu lis ces quelques lignes, saches que tu as déjà fait le choix de la **réussite**.

Dans cet E-Book, tu découvriras comment j'ai obtenu mon **BTS Opticien Lunetier (OL)** avec une moyenne de **16.28/20** grâce à ces **fiches de révisions**.

## 2. Pour aller beaucoup plus loin :

Si tu lis ces quelques lignes, c'est que tu as déjà fait le choix de la réussite, félicitations à toi.

En effet, tu as probablement déjà pu accéder aux **75 Fiches de Révision** et nous t'en remercions.

Vous avez été très nombreux à nous demander de créer une **formation 100% vidéo** axée sur l'apprentissage de manière efficace de toutes les informations et notions à connaître.



Chose promise, chose due : Nous avons créé cette formation unique composée de **5 modules ultra-complets** afin de vous aider, à la fois dans vos révisions en BTS OL, mais également pour toute la vie.

En effet, dans cette formation vidéo de **plus d'1h20 de contenu ultra-ciblé**, nous abordons différentes notions sur l'apprentissage de manière très efficace. Oubliez les "séances de révision" de 8h d'affilés qui ne fonctionnent pas, adoptez plutôt des vraies techniques d'apprentissages **totalemment prouvées par la neuroscience**.

### 3. Contenu de la formation vidéo :

Cette formation est divisée en 5 modules :

1. **Module 1 – Principes de base de l'apprentissage (21 min)** : Une introduction globale sur l'apprentissage.
2. **Module 2 – Stéréotypes mensongers et mythes concernant l'apprentissage (12 min)** : Pour démystifier ce qui est vrai du faux.
3. **Module 3 – Piliers nécessaires pour optimiser le processus de l'apprentissage (12 min)** : Pour acquérir les fondations nécessaires au changement.
4. **Module 4 – Point de vue de la neuroscience (18 min)** : Pour comprendre et appliquer la neuroscience à sa guise.
5. **Module 5 – Différentes techniques d'apprentissage avancées (17 min)** : Pour avoir un plan d'action complet étape par étape.
6. **Bonus** – Conseils personnalisés, retours d'expérience et recommandation de livres : Pour obtenir tous nos conseils pour apprendre mieux et plus efficacement.

Découvrir Apprentissage Efficace

## E4 : Systèmes optiques

### Présentation de l'épreuve :

Cette épreuve E4 « Systèmes optiques » est une épreuve se subdivisant en 3 sous-épreuves, à savoir :

- **E4.1 – Mathématiques** : Coefficient 2, épreuve ponctuelle écrite, durée de 2 heures ;
- **E4.2 – Optique géométrique et physique** : Coefficient 3, épreuve ponctuelle écrite, durée de 2 heures ;
- **E4.3 – Étude technique des systèmes optiques** : Coefficient 3, épreuve ponctuelle écrite, durée de 2 heures.

Au total, l'épreuve E4 « Systèmes optiques » dispose d'un coefficient total de 8, ce qui représente le coefficient le plus élevé des épreuves et ce qui influence 24 % de la moyenne finale.

Cette épreuve E4 peut comporter différentes parties, telles que des études de cas, des mises en situation, des présentations de projets, ou encore des analyses de problèmes techniques. Il est important de bien comprendre les attentes de chaque partie et de s'y préparer de manière adéquate.

### Conseil :

L'épreuve E4 « Systèmes optiques » est une épreuve cruciale pour réussir le BTS OL. En effet, elle compte pour près du quart de la note finale, ce qui signifie que ces points peuvent être déterminants pour l'obtention du diplôme. Il est donc essentiel de ne pas la négliger et de disposer des bonnes clés pour réussir avec facilité.

La sous-épreuve E4.1 « Mathématiques » repose principalement sur la maîtrise de la pratique et des formules, tandis que les sous-épreuves E4.2 « Optique géométrique et physique » et « Étude technique des systèmes optiques » solliciteront majoritairement ta capacité de réflexion et de logique.

De plus, n'hésite pas à t'entraîner grâce aux annales d'épreuves pour être sûr d'être prêt(e) à 100 %.

Lors de tes entraînements, mets-toi dans des conditions similaires à celles de l'examen réel. Cela signifie prendre le temps de réfléchir aux questions posées, d'analyser les informations disponibles, de proposer des solutions argumentées et de savoir les présenter de manière claire et concise à l'oral.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 : Mathématiques</b> .....	5
1. Étude d'une fonction.....	5
2. Les asymptotes.....	5

3.	Les variations d'une fonction .....	5
4.	Les principes de base des statistiques.....	7
5.	Les variables aléatoires discrètes .....	9
6.	La loi binomiale .....	9
7.	La loi normale.....	9
8.	Les suites arithmétiques .....	10
9.	Les suites géométriques .....	10
<b>Chapitre 2 : Optique géométrique et physique.....</b>		<b>12</b>
1.	Introduction aux systèmes optiques.....	12
2.	Optique géométrique .....	12
3.	Optique physique.....	13
4.	Applications des systèmes optiques .....	13
<b>Chapitre 3 : Étude technique des systèmes optiques.....</b>		<b>16</b>
1.	Les lentilles.....	16
2.	Les miroirs .....	16
3.	Les prismes.....	16
4.	Les systèmes optiques avancés.....	17

# Chapitre 1 : Mathématiques

## 1. Étude d'une fonction :

### À quoi servent les études de fonction ?

Pour étudier le sens de variation d'une fonction, il est nécessaire d'étudier le signe de sa dérivée.

### Limite d'une fonction :

La limite d'une fonction polynôme en  $+\infty$  (ou  $-\infty$ ) est égale à la limite en  $+\infty$  (ou  $-\infty$ ) du terme de plus haut degré.

La limite d'une fonction rationnelle en  $+\infty$  (ou  $-\infty$ ) est égale à la limite en  $+\infty$  (ou  $-\infty$ ) du quotient (fraction) des termes de plus haut degré du numérateur et du dénominateur.

## 2. Les asymptotes :

### Quels sont les 3 propriétés d'asymptotes ?

- Si  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = +/\infty$   $\Rightarrow$  asymptote verticale d'équation  $x = a$ 
  - $x \rightarrow a$
- Si  $\lim_{x \rightarrow +/\infty} f(x) = b$   $\Rightarrow$  asymptote horizontale d'équation  $y = b$ 
  - $x \rightarrow +/\infty$
- Si  $\lim_{x \rightarrow +/\infty} [f(x) - (ax + b)] = 0$   $\Rightarrow$  asymptote oblique d'équation  $y = ax + b$ 
  - $x \rightarrow +/\infty$

## 3. Les variations d'une fonction :

### Qu'est-ce qu'une variation de fonction ?

Soit une fonction définie sur un intervalle  $I$ , et admettant sur cet intervalle une dérivée  $f'$ .

Si, pour tout  $x$  de  $I$ , on a :  $f'(x) \geq 0$  alors  $f$  est croissante sur  $I$ .

Si, pour tout  $x$  de  $I$ , on a :  $f'(x) \leq 0$  alors  $f$  est décroissante sur  $I$ .

$\rightarrow$  On en déduit donc les tableaux de variations à partir de l'étude de signe de la dérivée.

### Méthode de résolution d'une équation du second degré :

$$Y = ax^2 + bx + c$$

### Calcul du discriminant :

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

**Exemple 1 :**  $\Delta < 0$  : Le polynôme n'a pas de racine.

**Exemple 2 :**  $\Delta > 0$  : Le polynôme a 2 racines :

$$x_1 = (-b - \sqrt{\Delta}) / 2a$$

$$x_2 = (-b + \sqrt{\Delta}) / 2a$$

Dans ce cas, le polynôme peut se factoriser :  $ax^2 + bx + c \Rightarrow a(x-x_1)(x-x_2)$

**Exemple 3 :**  $\Delta = 0$  : Le polynôme a une racine double :  $\alpha = -b / 2a$

Dans ce cas le polynôme peut se factoriser :  $ax^2 + bx + c \Rightarrow a(x-\alpha)^2$

**Variation d'une fonction :**

Pour construire un tableau de variation, il est nécessaire d'indiquer toutes les valeurs pour lesquelles la fonction  $f(x) = 0$  (voir le calcul du discriminant).

**Tableau de variation :**

x	a	$x_0$	b
f'(x)		-	+
Variation de f(x)	Lim f(x) x → a	f(x <sub>0</sub> )	Lim f(x) x → b

-> f(x<sub>0</sub>) est appelé minimum de la fonction.

x	a	$x_0$	b
f'(x)		-	+
Variation de f(x)	Lim f(x) x → a	f(x <sub>0</sub> )	Lim f(x) x → b

-> f(x<sub>0</sub>) est appelé maximum de la fonction.

=> Les extremums sont les maximums et les minimums.

**Tableau de signes :**

Dans le tableau de signes, il faut indiquer toutes les valeurs pour lesquelles la fonction  $f(x) = 0$ .

C'est une fonction simple. La résolution d'équation se fait via la technique des facteurs :

$$6x = 0 \leftrightarrow x=0 \quad / \quad x-1 = 0 \leftrightarrow x = 1$$

Si c'était un polynôme de second degré " $y = ax^2 + bx + c$ ", il aurait été nécessaire de calculer le discriminant.

x	$-\infty$	0	1	$+\infty$
6x	-	0	+	+
(x-1)	-	0	-	+
f'(x)	(-x-) = +	0	(+x-) = -	(+x+) = +

**Tableau de variation :**

x	$-\infty$	0	1	$+\infty$
f'(x)	+	0	-	+
Variation de f(x)	$-\infty^*$	6	5	$+\infty^{*1}$

-> Cette fonction n'admet pas d'extremum.

$$* \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow -\infty} (2x^3) = -\infty \quad \quad *1 \lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow +\infty} (2x^3) = +\infty$$

**4. Les principes de base des statistiques :**

**Notions de base :**

Une enquête statistique porte sur un ensemble de personnes ou d'objets nommés "population" (constituée d'individus).

Lorsque la population est impossible à étudier dans son ensemble, on étudie un échantillon.

L'enquête vise à mettre en évidence une certaine particularité de cette population. Cette particularité est appelée "caractère" ou "variable".

**Caractère mesurable :**

Si le caractère est mesurable, il est dit "quantitatif". Cela signifie que l'on puisse associer un nombre représentant la taille, l'année de naissance, l'âge, etc.

Dans le cas contraire, il est qualitatif (couleur des yeux, région d'habitation, etc.).



**Les 2 formes de caractères (discret et continu) :**

- **Discret** : Il peut prendre des valeurs "isolées" (nombre d'enfants) ;
- **Continu** : Il peut prendre toutes les valeurs d'un intervalle de nombres réels (somme d'argent).

Les résultats sont mis en forme dans des tableaux et/ou des graphiques.

**La moyenne :**

$$\bar{x} = \frac{\sum n_i x_i}{N}$$

**La médiane :**

Notée "Me", la médiane est la valeur d'un caractère quantitatif qui partage l'effectif total de la population en 2 groupes d'effectifs égaux.

**L'écart type :**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N n_i (x_i - \bar{x})^2}{N}} \text{ ou } \sigma = \sqrt{\frac{\sum n_i x_i^2}{N} - \bar{x}^2}$$

**La fréquence :**

La fréquence se calcule à partir de la formule :  $f_i = n_i/N$

**Le centre de classe :**

Le centre de classe se calcule à partir de la formule :  $[a ; b[ \rightarrow x_i = (a+b)/2$

**Le quartile :**

Notés  $Q_1$ ,  $Q_2$  et  $Q_3$ , le quartile sont les trois valeurs de la variable qui partagent la liste des valeurs ordonnées en quatre groupes de même effectif.

Le quartile se calcule à partir de la formule suivante :

$Rq : Q_2 = Me$
-----------------

**L'interquartile :**

L'interquartile est la différence entre les quartiles  $Q_3$  et  $Q_1$ .

Noté « I », l'interquartile se calcule à partir de la formule suivante :

$I = Q_3 - Q_1$
-----------------

$[Q_1 ; Q_3]$  contient la moitié des valeurs observées.

$[Q_1 ; Me]$  et  $[Me ; Q_3]$  contiennent le quart des valeurs observées.

### L'ajustement affiné :

L'ajustement affiné peut être connu grâce à la méthode de Mayer : La droite passe par  $G_1$  et  $G_2$ , les deux points moyens des deux nuages partiels d'importance équivalente. La droite ( $G_1G_2$ ) est appelée droite de Mayer, elle passe par  $G$ .

Il existe également la méthode des moindres carrés : Celle-ci consiste à déterminer la droite la plus susceptible de remplacer « au mieux » le nuage de points. Cette droite est nommée « droite d'ajustement de  $y$  par rapport à  $x$  » et est notée :  $Dy/x$ .

Cette droite passe par le point  $G(\text{moy } x ; \text{ moy } y)$  et a pour équation :

$$y = ax + b \quad \text{où } a = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x^2} \quad \text{et } b = \bar{y} - a\bar{x}$$

## 5. Les variables aléatoires discrètes :

### Les différents types de variables aléatoires discrètes :

➤ La variance de  $x$ , notée  $V(x)$  est :

$$V(x) = \frac{1}{N} \sum_i (x_i - \bar{x})^2 n_i = \sum_i f_i (x_i - \bar{x})^2$$

En probabilité, on note  $V(X)$  la variance de la variable aléatoire  $X$  qui vaut, par analogie avec les séries statistiques :

$$V(X) = \sum_i p_i (x_i - E(X))^2 = \sum_i p_i x_i^2 - (E(X))^2$$

➤ De même, l'écart-type de  $X$ , noté  $\sigma(X)$  est donné par :  $\sigma(X) = \sqrt{V(X)}$

## 6. La loi binomiale :

### Qu'est-ce que la loi binomiale ?

On dit qu'une variable aléatoire  $X$  suit une loi binomiale de paramètre  $n$  et  $p$  si et seulement si : on répète  $n$  fois de façons indépendantes la même expérience élémentaire à 2 issues incompatibles :

- Le succès de probabilité ( $p$ ) ;
- L'échec de probabilité ( $q = 1-p$ ).

## 7. La loi normale :

### La loi Normale centrée réduite :

On appelle "loi normale centrée réduite", la loi normale de paramètre  $(0 ; 1)$  notée  $N(0 ; 1)$ .

$$\text{Donc } E(X) = 0, \sigma(X) = 1 \text{ et } f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2}$$

## 8. Les suites arithmétiques :

### Le principe des suites :

Pour les suites, la variable est notée "n" et ne prend que des valeurs entières.

-> La suite est appelée U ou ( $U_n$ ) ; V ou ( $V_n$ ).

Un s'appelle le terme général de la suite ( $U_n$ ).

Le premier terme de la suite ( $U_n$ ) est  $U_0$ .

### Les suites arithmétiques :

Une suite ( $U_n$ ) est une suite arithmétique de raison "r" si et seulement si pour tout entier "n", on a :

$$U_{n+1} = U_n + r$$

Ou

$$U_{n+1} - U_n = r$$

### Relation entre deux termes quelconques :

Si le premier terme est  $U_0$  :  $U_n + 1 = U_0 + nr$

Si la suite commence à  $U_1$  (car  $U_0$  est impossible. Ex. :  $U_n = 1/0$ ) :  $U_n = U_1 + (n-1)r$

Si  $U_p = U_0 + pr$  :  $U_p - U_q = r(p-q)$

Calcul de la somme des n+1 premiers termes ( $S_n = U_0 + U_1 + \dots + U_n$ ) :  $S_n = [(n+1) \times (U_0 + U_n)] / 2$

## 9. Les suites géométriques :

### Les suites géométriques :

La suite ( $U_n$ ) est une suite géométrique de raison q si et si seulement si pour tout entier n on a :

$$U_{n+1} = q \times U_n$$

Ou

$$U_{n+1}/U_n = q$$

### Relation entre deux termes quelconques :

1. Si le premier terme est  $U_0$  :

$$U_n = q^n \times U_0$$

2. Si la suite commence à  $U_1$  :

$$U_n = q^{(n-1)} \times U_1$$

**Quotient entre deux termes quelconques :**

$$U_n/U_p = q^{(n-p)}$$

Ou

$$U_n = q^{(n-p)} \times U_p$$

**Somme des n+1 premiers termes :**

1. Si  $q \neq 1$ :

$$S_n = U_0 \times [1 - q^{(n+1)}] / (1 - q)$$

2. Si  $q = 1$ :

$$S_n = (n+1) \times U_0$$

## Chapitre 2 : Optique géométrique et physique

### 1. Introduction aux systèmes optiques :

#### Qu'est-ce qu'un système optique ?

Un système optique est un ensemble d'éléments qui manipulent la lumière pour réaliser différentes fonctions, telles que la formation d'images ou la réfraction de la lumière. Ces systèmes jouent un rôle crucial dans de nombreux domaines, y compris l'optique géométrique et l'optique physique.

#### Les composants d'un système optique :

Un système optique est composé de plusieurs éléments essentiels, comme les lentilles, les miroirs, les prismes et les filtres. Chaque composant a un rôle spécifique dans la manipulation de la lumière et peut être utilisé pour atteindre des objectifs particuliers, comme la focalisation de la lumière ou la séparation des couleurs.

### 2. Optique géométrique :

#### Principes de base de l'optique géométrique :

L'optique géométrique étudie le comportement de la lumière en utilisant des rayons lumineux et des approximations simplifiées. Elle repose sur deux principes fondamentaux : le principe de la propagation rectiligne de la lumière et le principe de la réversibilité des rayons lumineux.

#### La réfraction de la lumière :

La réfraction de la lumière se produit lorsque celle-ci passe d'un milieu à un autre avec des indices de réfraction différents. Cela entraîne un changement de direction du rayon lumineux. La loi de Snell-Descartes permet de calculer l'angle de réfraction en fonction des indices de réfraction des milieux impliqués.

Exemple : Lorsque la lumière passe de l'air ( $n_1$ ) à l'eau ( $n_2$ ), elle est réfractée selon la loi de Snell-Descartes :  $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$ , où  $n_1$  et  $n_2$  sont les indices de réfraction de l'air et de l'eau respectivement,  $\theta_1$  est l'angle d'incidence et  $\theta_2$  est l'angle de réfraction.

#### Les lentilles :

Les lentilles sont des éléments optiques couramment utilisés dans les systèmes optiques. Elles peuvent être convergentes ou divergentes, ce qui signifie qu'elles peuvent focaliser les rayons lumineux en un point (focalisation positive) ou les disperser (focalisation négative). Les lentilles sont caractérisées par leur distance focale, qui détermine leur pouvoir de focalisation.

#### Exemple :

Une lentille convergente est capable de focaliser la lumière en un point appelé foyer. Si un objet est placé au-delà du foyer, une image réelle et inversée sera formée sur un écran.

### 3. Optique physique :

#### **Interférence lumineuse :**

L'interférence lumineuse se produit lorsque deux ou plusieurs ondes lumineuses se superposent.

Cela peut donner lieu à des phénomènes d'interférence constructive (renforcement des ondes) ou d'interférence destructive (affaiblissement des ondes). L'interférence lumineuse est utilisée dans de nombreux dispositifs, comme les interféromètres.

#### **Diffraction de la lumière :**

La diffraction de la lumière se produit lorsque celle-ci rencontre un obstacle ou une ouverture de petite taille. Cela entraîne la propagation de la lumière dans différentes directions et la formation de motifs de diffraction.

La diffraction limite la résolution des systèmes optiques et est un phénomène important à prendre en compte dans la conception des instruments optiques.

#### **Polarisation de la lumière :**

La polarisation de la lumière se réfère à l'orientation de son champ électrique. La lumière peut être polarisée linéairement, circulairement ou elliptiquement. La polarisation de la lumière est utilisée dans de nombreux domaines, comme la spectroscopie, la communication optique et l'affichage.

#### **Exemple :**

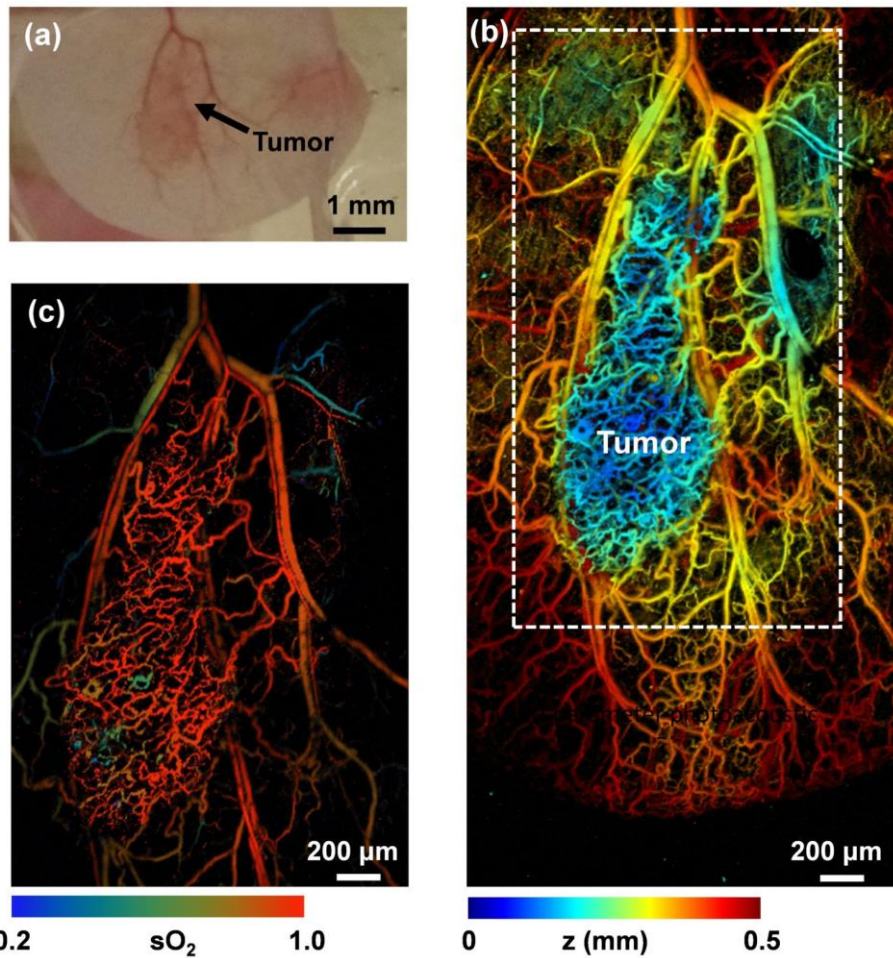
Les lunettes polarisantes utilisent la polarisation de la lumière pour réduire les reflets indésirables provenant de surfaces réfléchissantes, comme l'eau ou les pare-brises.


### 4. Applications des systèmes optiques :

#### **Imagerie optique :**

Les systèmes optiques sont largement utilisés dans l'imagerie pour former des images réelles ou virtuelles des objets. Les appareils photo, les microscopes et les télescopes sont des exemples d'instruments d'imagerie optique.

Différentes techniques, telles que l'utilisation de lentilles, de miroirs et de filtres, permettent de manipuler la lumière pour obtenir des images nettes et précises.



Multi-parameter photoacoustic microscopy. (a) Photograph of a mouse ear bearing a U87 glioblastoma tumor. (b) Depth-encoded vascular image acquired with photoacoustic microscopy, showing the tortuous blood vessels inside the tumor. (c) Blood oxygenation map of the tumor region, showing the hyperoxic status of the early-stage tumor. Courtesy Pr Lihong Wang,  CoTech Optical Imaging Laboratory

*Image microscopique d'une tumeur*

### Fibres optiques :

Les fibres optiques sont des guides de lumière utilisés pour transmettre des signaux optiques sur de longues distances. Elles sont largement utilisées dans les télécommunications, les réseaux informatiques et les applications médicales.

Les fibres optiques exploitent la réflexion totale interne pour confiner la lumière à l'intérieur du cœur de la fibre, ce qui permet une transmission efficace et rapide des signaux lumineux.



*La fibre optique*

**Lasers :**

Les lasers sont des sources de lumière cohérente et intense utilisées dans de nombreux domaines, comme la recherche scientifique, la médecine et l'industrie. Les propriétés uniques des lasers, telles que leur monochromaticité et leur directionnalité, en font des outils précieux dans diverses applications, notamment la découpe laser, la spectroscopie et la chirurgie.



*Différents types de lasers*



## Chapitre 3 : Étude technique des systèmes optiques

### 1. Les lentilles :

#### Les différents types de lentilles :

Il existe deux types de lentilles principales : les lentilles convergentes et les lentilles divergentes. Les lentilles convergentes focalisent la lumière en un point, tandis que les lentilles divergentes dispersent la lumière.

#### La formation des images avec les lentilles :

Les lentilles peuvent être utilisées pour former des images. Les images peuvent être réelles ou virtuelles, agrandies ou réduites, selon la position de l'objet par rapport à la lentille.

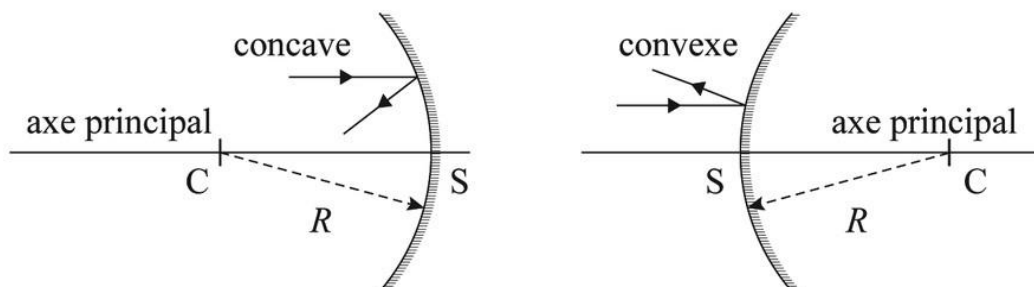
#### Les aberrations optiques :

Les lentilles réelles présentent souvent des aberrations optiques, telles que l'aberration chromatique et l'aberration sphérique. Ces aberrations peuvent affecter la qualité de l'image formée par la lentille.

### 2. Les miroirs :

#### Les différents types de miroirs :

Il existe deux types de miroirs principaux : Les miroirs concaves et les miroirs convexes. Les miroirs concaves convergent la lumière, tandis que les miroirs convexes la dispersent.



*Les miroirs concaves et convexes*

#### Les applications des miroirs :

Les miroirs sont utilisés dans de nombreuses applications, telles que les télescopes, les rétroviseurs et les systèmes d'éclairage. Ils permettent de réfléchir la lumière et de créer des images réfléchies.

#### Les propriétés des images formées par les miroirs :

Les images formées par les miroirs peuvent être réelles ou virtuelles, agrandies ou réduites, selon la position de l'objet par rapport au miroir.

### 3. Les prismes :

### Les types de prismes :

Il existe différents types de prismes, comme les prismes droits, les prismes triangulaires et les prismes à base de pyramide. Chaque type de prisme a des propriétés optiques spécifiques.

Type	Description
Prismes droits	Forme rectangulaire, réfracte la lumière selon un angle
Prismes triangulaires	Forme triangulaire, dévie et réfracte la lumière
Prismes à base de pyramide	Forme pyramidale, utilisé pour des effets optiques

### La réfraction de la lumière par les prismes :

Les prismes réfractent la lumière en raison du changement de vitesse de la lumière lorsqu'elle passe d'un milieu à un autre. Cela crée des effets de dispersion et de réfraction.

### Les applications des prismes :

Les prismes sont utilisés dans des applications telles que la spectroscopie, les jumelles et les appareils photo. Ils permettent de séparer la lumière en différentes longueurs d'onde et d'effectuer des mesures précises.

## 4. Les systèmes optiques avancés :

### Les lentilles asphériques :

Les lentilles asphériques sont conçues pour réduire les aberrations optiques et améliorer la qualité des images. Elles sont utilisées dans les systèmes optiques de pointe.

### Les systèmes à fibre optique :

Les systèmes à fibre optique transmettent la lumière à travers des fibres minces en verre ou en plastique. Ils sont largement utilisés pour la communication à haut débit et le transport de données.

### Les applications des systèmes optiques :

Les systèmes optiques sont utilisés dans de nombreuses industries, y compris l'optique médicale, l'astronomie, la robotique et les télécommunications.