



**Année universitaire 2025/2026**

# **Optique géométrique**

## **Quelques objectifs :**

- . Découvrir comment la lumière se propage à partir d'une source lumineuse.**
- . Comprendre les lois de Snell-Descartes.**
- . Observer la réflexion interne totale et en déterminer les conditions.**
- . Découvrir comment se forment les images à travers un système optique.**
- . Comprendre la notion d'image et/ou d'objet réel(le) et virtuel(le).**
- . Comprendre le stigmatisme approché et les conditions de Gauss.**
- . Étudier les instruments optiques.**

## ***Chapitre 1***

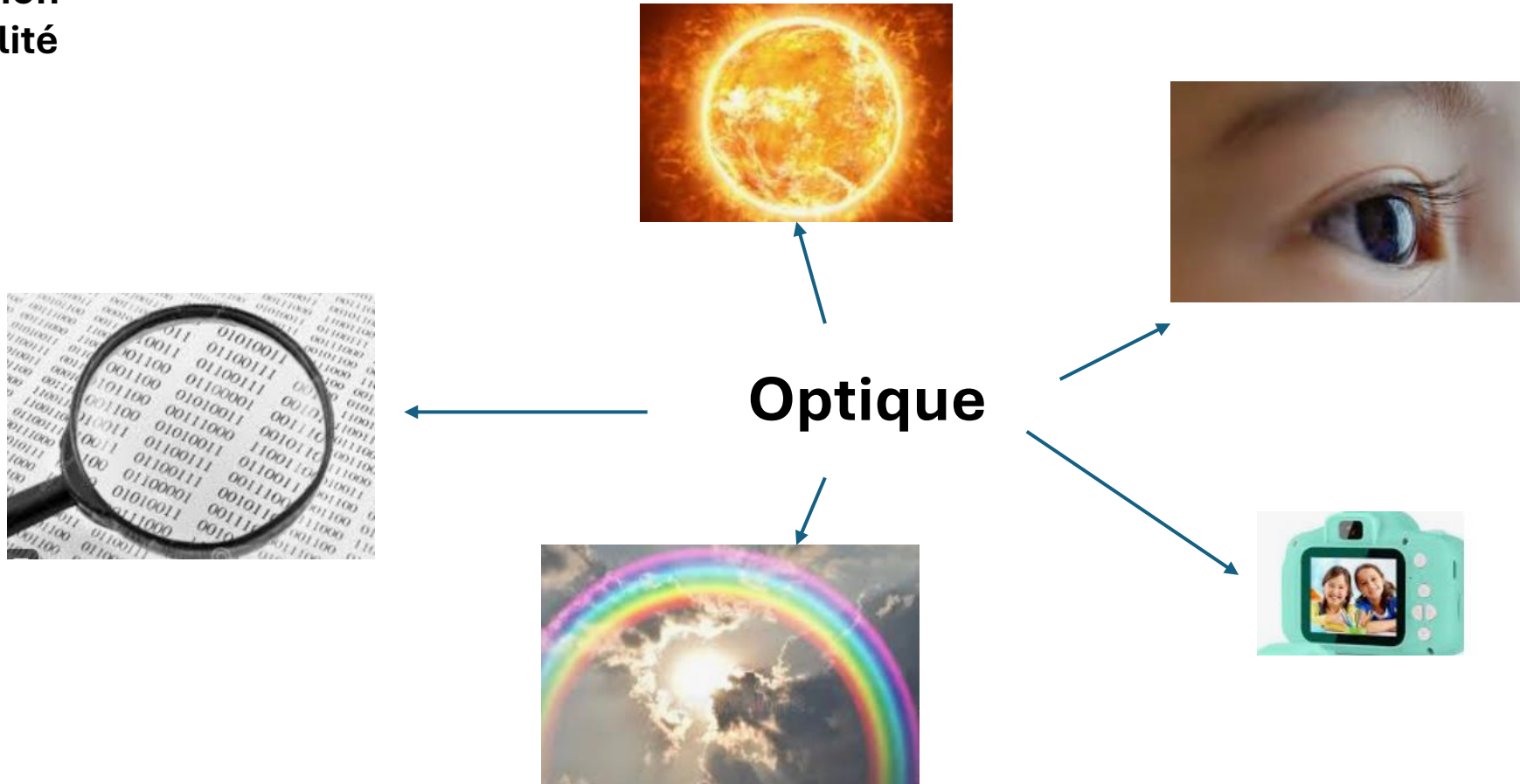
# **PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE**

- I. Introduction
- II. Nature de la lumière
  - 1. lumière blanche
  - 2. Vitesse de propagation
  - 3. Indice de réfraction
- III. Principes et lois de l'optique géométrique
  - 1. Notion de rayon lumineux
  - 2. Principes et lois de l'optique géométrique
  - 3. Lois de Snell-Descartes
    - 3.1 Réflexion
    - 3.2 Réfraction
    - 3.3 Limite de la réfraction

# PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## I. Introduction

### 1. Généralité



**L'optique est une branche de la physique qui étudie la lumière, sa nature, sa propagation et ses interactions avec la matière.**

# PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## I. Introduction

### 1. Généralité

#### Source de lumière?

Une source de lumière est un objet qui émet un rayonnement lumineux, comme le Soleil, les étoiles, les lampes, etc.

#### Milieux?

Les milieux sont les espaces situés entre l'objet lumineux et le récepteur (œil ou écran). milieux transparents, opaques et translucides.

#### Indice de réfraction $n$ ?

L'indice de réfraction caractérise un milieu transparent à la lumière.

$$n = \frac{c}{v} \geq 1$$

#### Rayon lumineux?

Un rayon lumineux est un modèle simplifié qui représente la direction dans laquelle la lumière se propage en ligne droite.

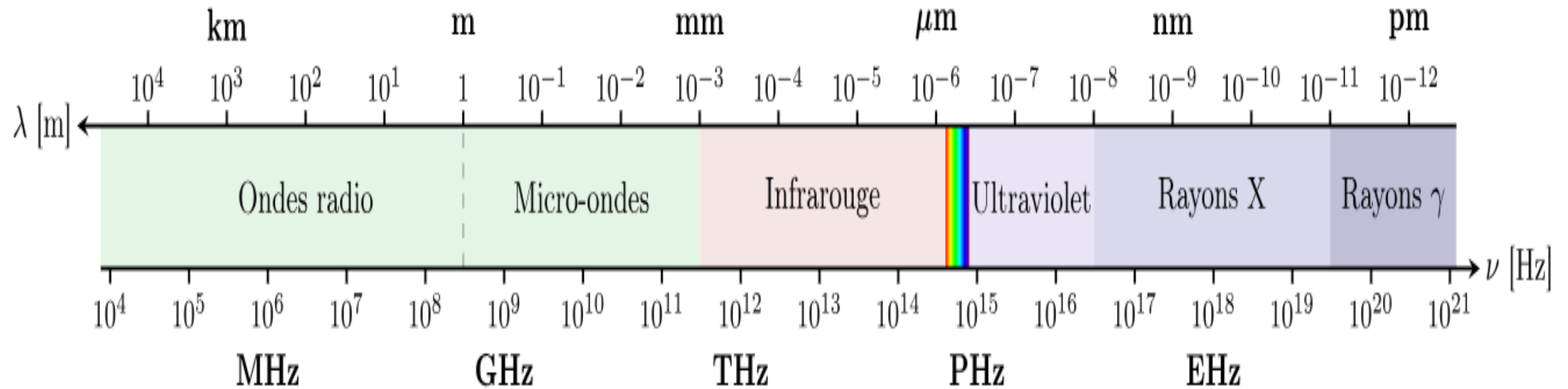
#### Lumière visible?

La lumière visible est la partie du spectre électromagnétique perceptible par l'œil humain.

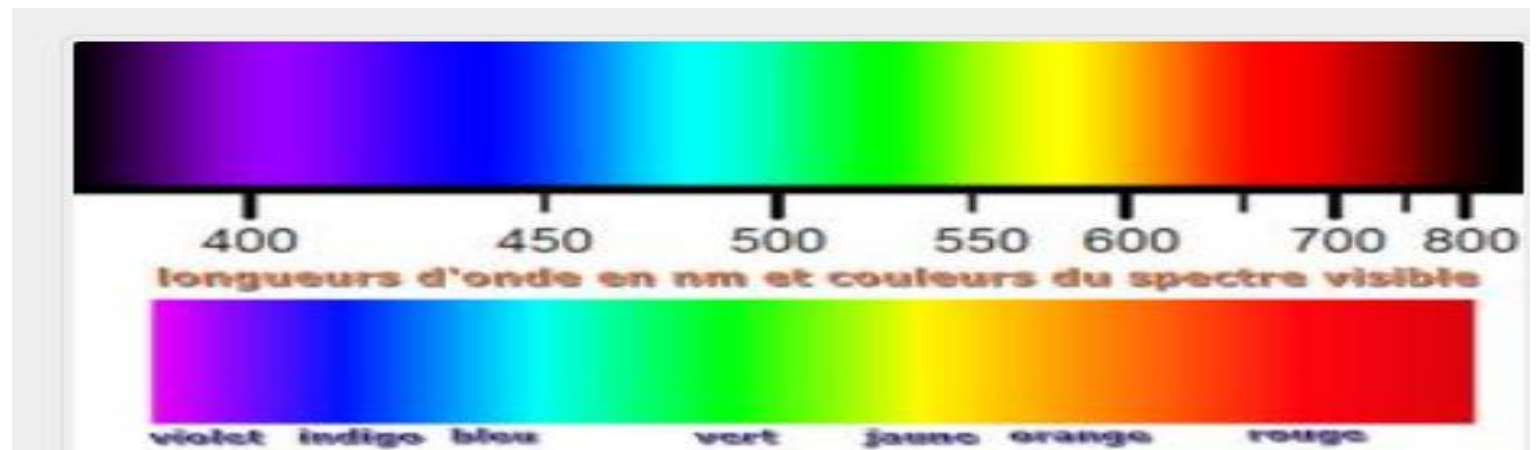
$$400 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$$

# PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## -SPECTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE



$$c = \lambda_0 \cdot \nu = \lambda_0 / T$$



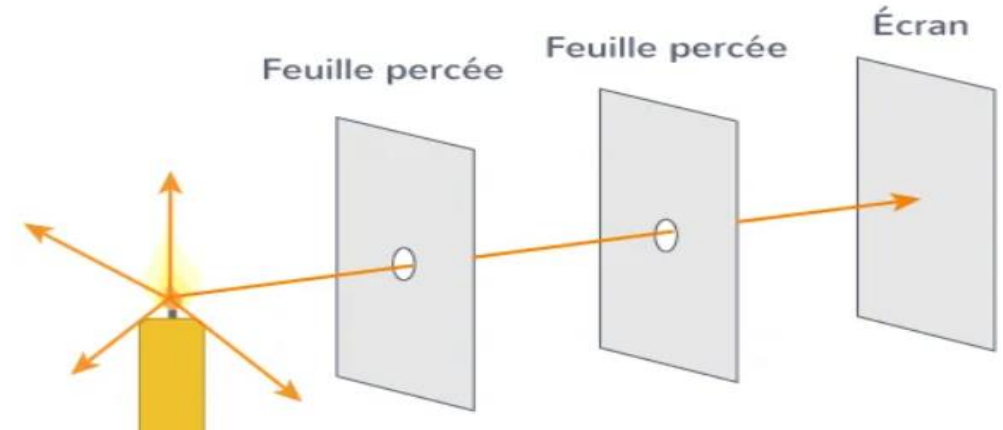
# PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## 2. Optique géométrique - Optique physique

### a) L'optique géométrique

Etudie les effets « macroscopiques » tels que :

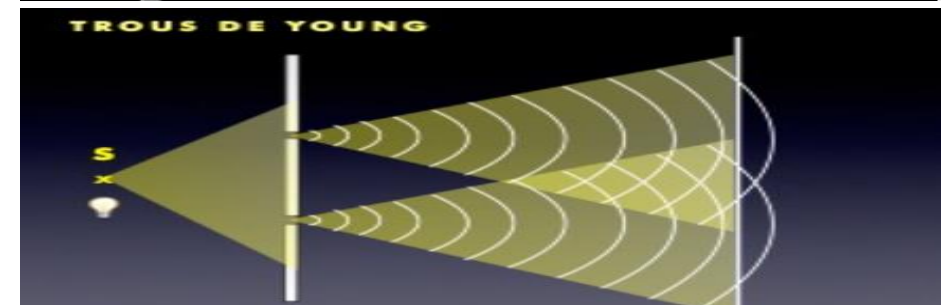
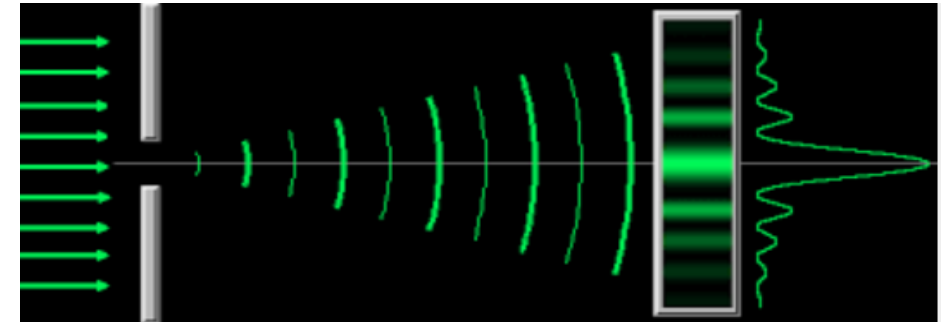
- La propagation rectiligne
- La réflexion de la lumière
- La réfraction de la lumière



### b) L'optique physique

Etudie la relation entre la lumière et la matière tels que :

- La diffraction de la lumière
- Le phénomène d'interférence
- L'émission et l'absorption





## PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

Lorsqu'une lumière interagit avec des **objets bien plus grands** que sa **longueur d'onde**, elle peut être décrite soit par des ondes, soit par des rayons lumineux rectilignes.

$$\lambda < d$$



Lorsqu'une lumière interagit avec des **objets dont la taille est de l'ordre de grandeur** de sa **longueur d'onde**, un modèle **ondulatoire** est nécessaire pour décrire correctement les interactions.

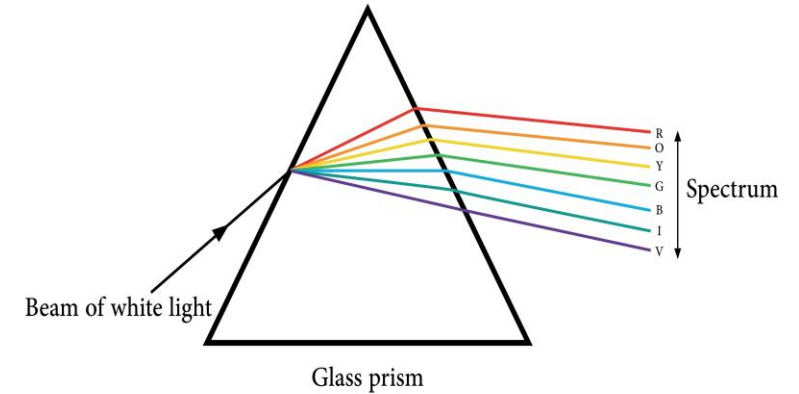
$$\lambda \geq d$$

les éléments optiques classiques (**lentilles, miroirs, prismes...**) sont généralement de dimensions bien supérieures aux longueurs d'ondes lumineuses, le modèle ondulatoire est considéré comme sans intérêt pour le cours d'optique géométrique.

## II. Notion de la lumière

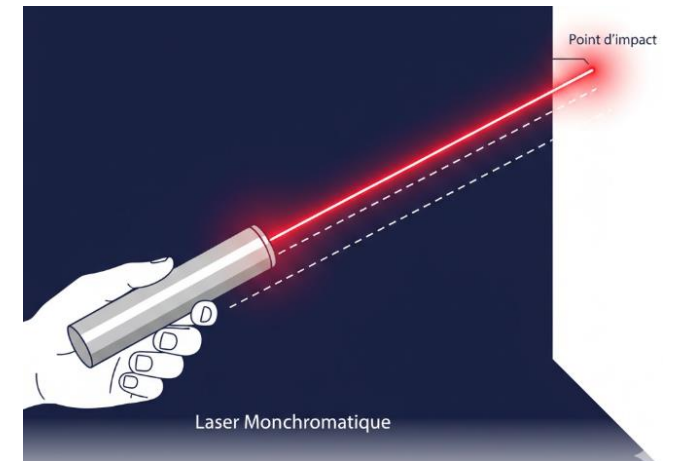
### 1. lumière blanche

La lumière "blanche" (comme celle du **Soleil**) est en réalité un mélange de toutes les couleurs visibles. Lorsqu'elle passe à travers un prisme, elle se décompose en un **arc-en-ciel** (spectre continu).



### 2. lumière monochromatique

Une lumière monochromatique est une lumière constituée d'une seule **couleur** (une seule **fréquence**).



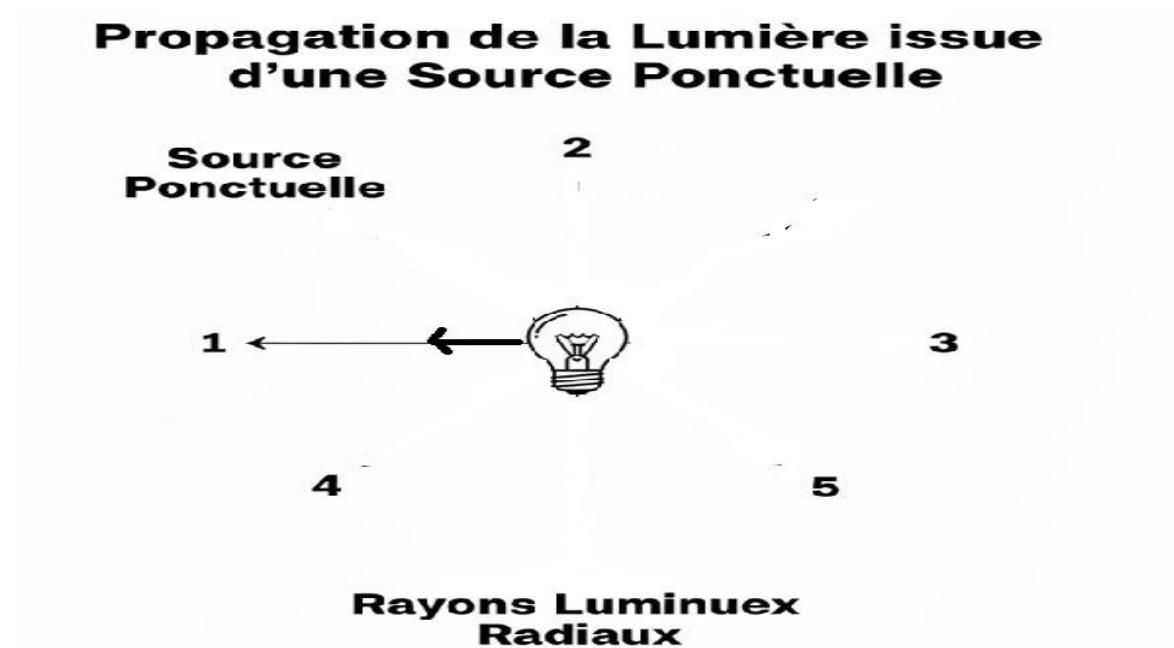
# PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## 2. Application aux rayons lumineux

- En optique géométrique, la lumière qui se propage dans l'espace est décrite par des lignes droites appelées rayons, orientées selon la direction de propagation des ondes lumineuses. Les fronts d'onde restent toujours perpendiculaires aux rayons.

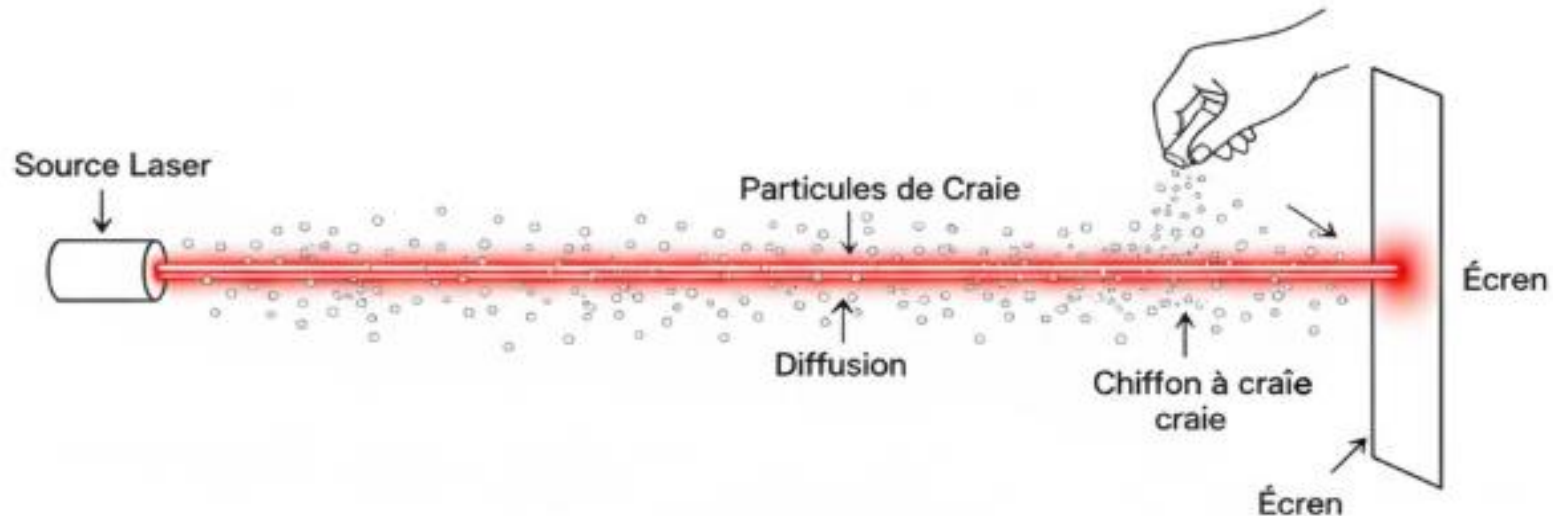
1. Les rayons lumineux peuvent-ils passer exactement par les points 1, 2, 3, 4 et 5.

2. Sur le schéma ci-dessous, tracez 5 rayons lumineux partant du filament de la source et passant par les points 1 à 5.



## PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

1. Figure ci-dessous : Observez la lumière émise par un laser traversant la salle. Pour mieux visualiser le trajet du faisceau, il peut être utile de saupoudrer légèrement son chemin avec de la poussière de craie provenant d'un chiffon pour tableau.

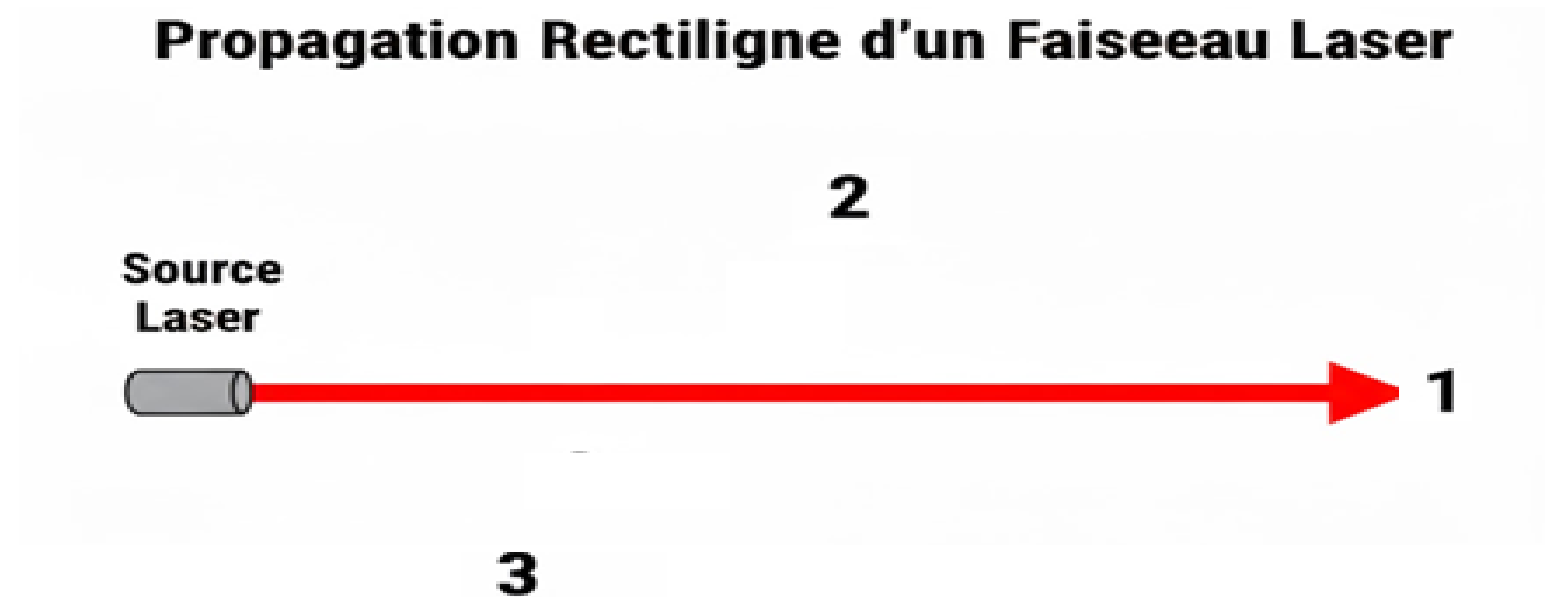


### Question 1 :

Peut-on voir le faisceau laser dans l'air lorsqu'il n'y a pas de poussière ?  
Pourquoi devient-il plus visible lorsqu'on ajoute de la poussière de craie ?

## PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

La figure ci-contre montre le montage expérimental utilisé pour illustrer la propagation rectiligne de la lumière à l'aide d'un faisceau laser, avec trois points (1, 2 et 3) repérés dans l'espace.



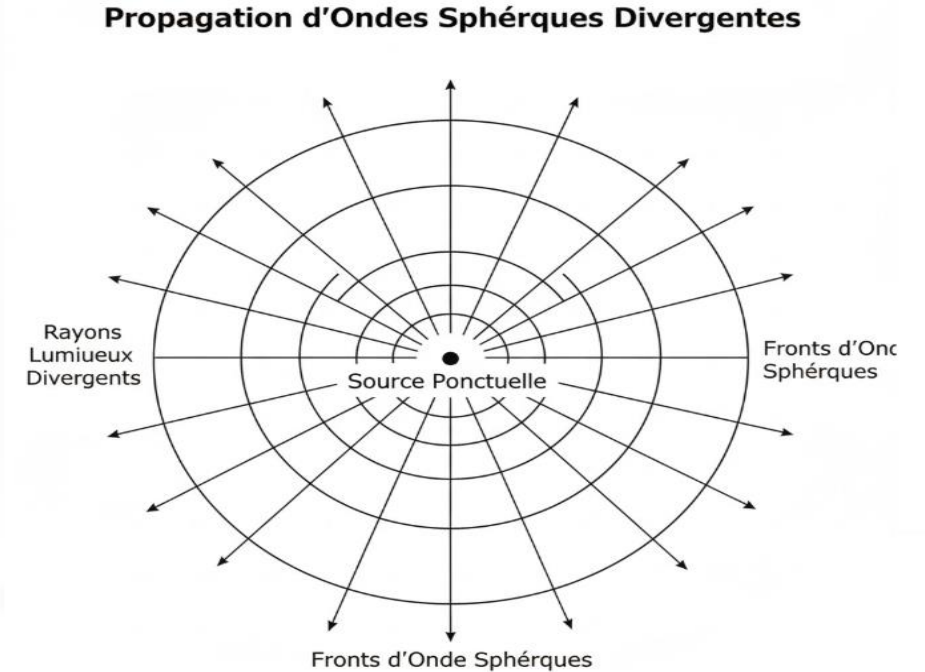
Question 2 :

Les rayons lumineux peuvent-ils passer exactement par les points 1, 2 et 3 ?

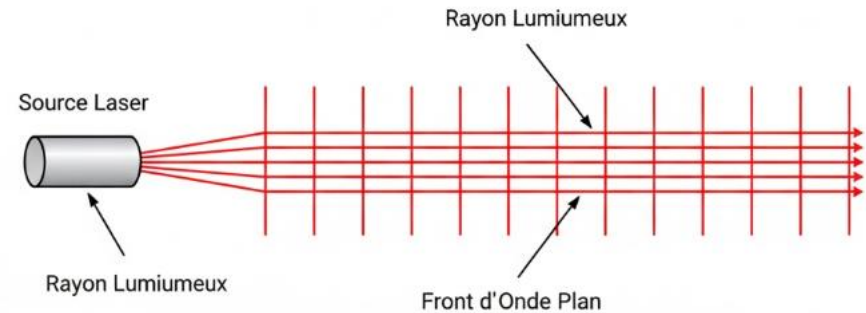
# PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## Analyse et conclusion

- Les rayons lumineux provenant d'une source ponctuelle s'étendent radialement à partir de la source. Ces rayons sont appelés **rayons divergents** et la lumière est dite composée **d'ondes sphériques divergentes** (les fronts d'onde sont des surfaces sphériques).



- Les rayons provenant d'un laser sont essentiellement parallèles : ils divergent difficilement. Ils sont appelés **rayons parallèles** et la lumière est dite composée **d'ondes planes** (les fronts d'onde sont des plans).



# PRINCIPE FONDAMENTAUX DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## Vitesse de propagation de la lumière

**La lumière se déplace plus lentement dans les milieux matériels.**



Vitesse  
maximale



Vitesse réduite



Indice de  
réfraction de 1



Indice de  
réfraction élevé



Lumière dans le vide



Lumière dans un milieu  
matériel

$$V = \frac{c}{n}$$

Milieu	air	eau	verre	Polyester	diamant
Indice $n$	1,0003	1,33	1,5-1,8	1,57	2,42

$$c = \lambda_0 \cdot \nu = \lambda_0 / T$$

## Exercice d'application

Une radiation électromagnétique est émise par une lampe à vapeur de chlorure de sodium.

-Sa période temporelle est donnée par :  $T = 1,8 \times 10^{-15} \text{ s}$ .

-On donne la célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

-Le domaine du visible est compris entre :  $\lambda_{\text{violet}} = 400 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{rouge}} = 800 \text{ nm}$ .

1. Déterminer la fréquence  $\nu$  de cette radiation.
2. Calculer la longueur d'onde  $\lambda_0$  de cette radiation dans le vide et l'exprimer en nanomètres.
3. Cette radiation est-elle visible à l'œil nu ? Si oui, préciser sa couleur.
4. La radiation se propage ensuite dans une substance d'indice de réfraction :  
$$n = 1,30.$$
  - a. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de la radiation dans ce milieu et comparer  $\lambda$  à  $\lambda_0$ .
  - b. La couleur de la radiation change-t-elle lors de la propagation dans ce milieu ? Justifier la réponse.
  - c. Calculer la vitesse de propagation de la radiation dans cette substance.



# Solution

## 1. Calcul de la fréquence

On a  $\nu = 1 / T$   
A.N  $\nu = 1 / (1,8 \times 10^{-15})$   
 $\nu = 5,56 \times 10^{14} \text{ Hz}$

## 2. Longueur d'onde dans le vide

On a  $\lambda_0 = c / \nu$   
A.N  $\lambda_0 = (3,0 \times 10^8) / (5,56 \times 10^{14})$   
 $\lambda_0 = 5,4 \times 10^{-7} \text{ m} = 540 \text{ nm}$

## 3. Visibilité de la radiation

Le domaine visible est compris entre 400 nm et 800 nm

$$\lambda_0 = 540 \text{ nm} \in [400 ; 800]$$

⇒ Radiation visible

Couleur : **verte**

## 4.a Longueur d'onde dans le milieu

On a  $\lambda = \lambda_0 / n$   
A.N  $\lambda = 540 / 1,30$   
 $\lambda \approx 415 \text{ nm}$

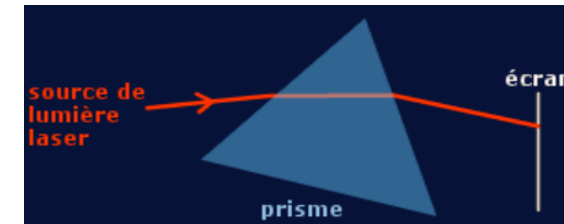
Comparaison :  $\lambda < \lambda_0$

## 4.b Couleur dans le milieu

La fréquence ne change pas lors d'une propagation

La couleur dépend de la fréquence  
⇒ La couleur ne change pas

Couleur : **verte**



## 4.c Vitesse dans le milieu

On a  $v = c / n$   
A.N  $v = (3,0 \times 10^8) / 1,30$   
 $v \approx 2,31 \times 10^8 \text{ m/s}$