



Chapitre 17 : La lumière, images et couleurs.

Notions abordées en seconde

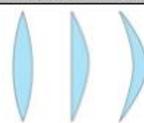
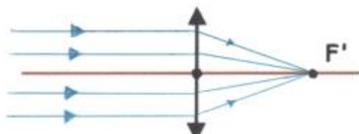
Lentille mince convergente, image réelle d'un objet réel, distance focale, grandissement, dispersion, spectres, longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.

I. Utiliser une lentille pour créer une image.

1) Rappels sur la lentille convergente.

En optique, une lentille est un bloc de matière transparente (verre ou plastique) capable de dévier la lumière de sa trajectoire. *Il existe deux types de lentilles : les lentilles convergentes ou divergentes.*

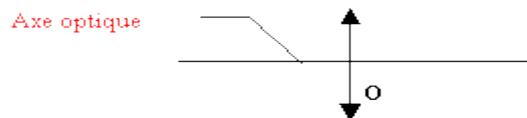
Nous étudierons seulement les lentilles convergentes

LENTILLES CONVERGENTES	
Au toucher	 Au toucher, les lentilles convergentes ont des bords minces (elles sont bombées) CONVEXE
Symbole	
Les distinguer en regardant un texte	 En regardant un texte au travers d'une lentille convergente, on le voit plus gros (l'image est plus grosse que l'objet)
Effet sur un faisceau parallèle de lumière	 La lentille convergente fait CONVERGER un faisceau de lumière parallèle qui la traverse.

Le centre optique

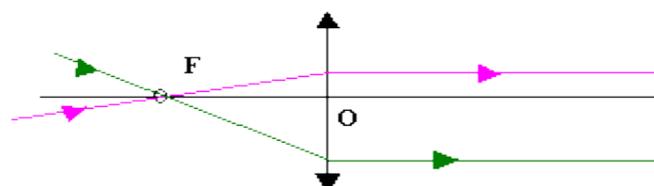
Pour une lentille mince, la partie centrale est assimilée à un point appelé **centre optique O**.

Tout rayon incident qui passe par le centre optique d'une lentille mince n'est pas dévié



Foyer principal objet

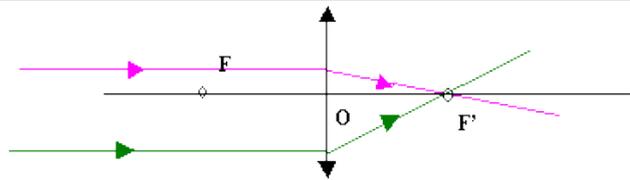
Tout rayon incident passant par le foyer principal objet F de la lentille, ressort parallèlement à l'axe optique.



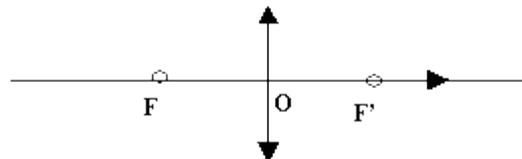
Thème 4 : Ondes et signaux.

Foyer principal image

Tout rayon incident parallèle à l'axe optique, ressort en passant par le foyer principal image F' de la lentille.



Remarque: F et F' sont **symétriques par rapport à la lentille**

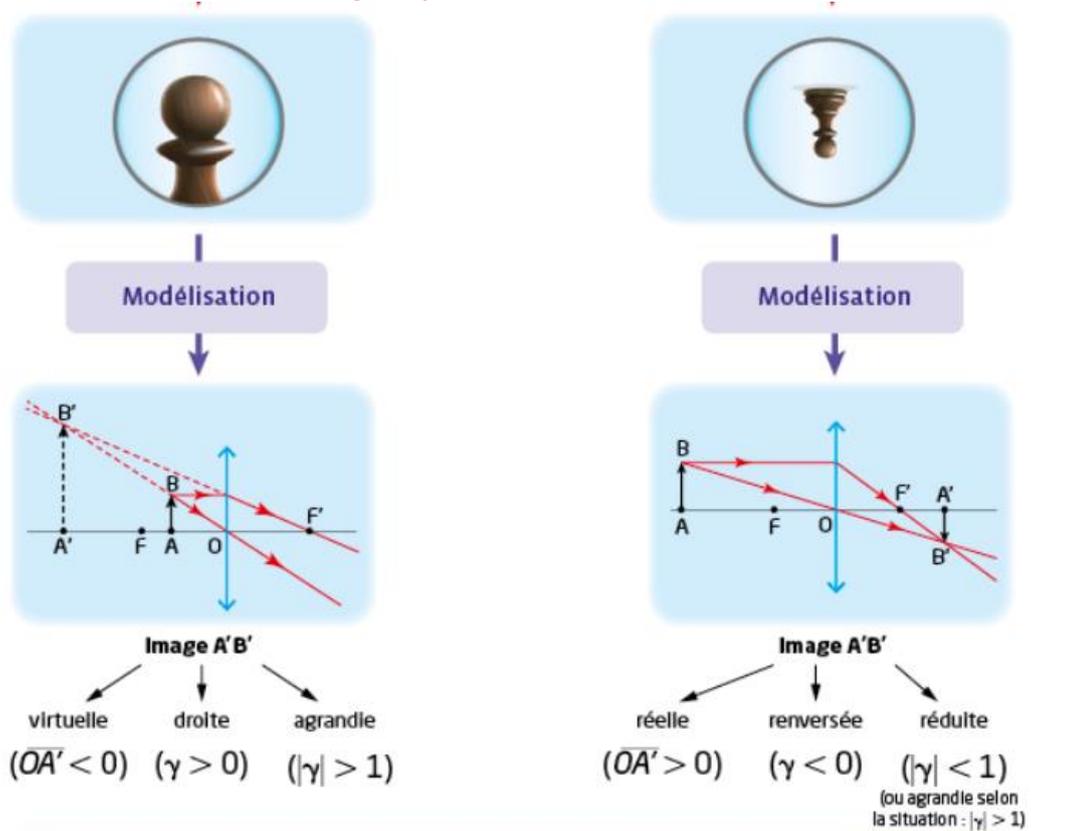


2) Caractéristiques d'une image.

Image réelle, image virtuelle, image droite, image renversée.

- Déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente.
- **Capacités mathématiques** : Utiliser des grandeurs algébriques.

Donner les caractéristiques de l'image c'est dire si l'image est réelle / virtuelle, si elle est droite / renversée et donner sa taille (valeur algébrique).



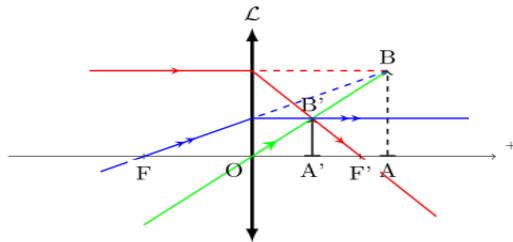
Lorsque l'image obtenue se trouve après la lentille, on peut la récupérer sur un écran ; on parle d'**image réelle**.



Doc. 2 Image réelle
 L'objet et l'image sont de part et d'autre de la lentille optique de l'appareil.

Thème 4 : Ondes et signaux.

Si l'image se trouve avant la lentille, on ne peut pas la récupérer sur un écran, elle est visible à l'œil ; on parle **d'image virtuelle**.



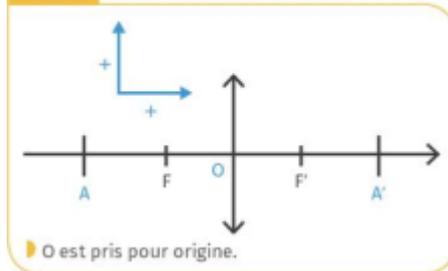
La valeur algébrique de sa taille.

L'axe optique de la lentille est orienté par convention de gauche à droite. En se référant aux positions du schéma du **doc. 1**, on constate donc que :

$$\overline{OA} < 0 \text{ m}, \overline{AO} > 0 \text{ m} \text{ et } \overline{OA'} > 0.$$

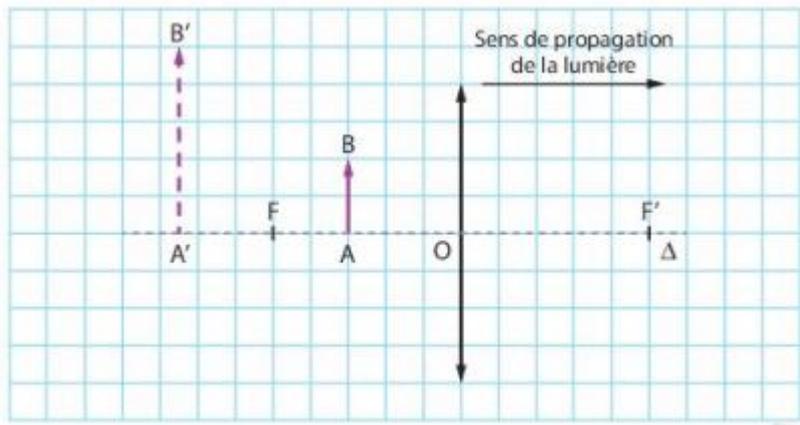
De même manière, l'axe vertical est orienté par convention vers le haut pour l'étude des mesures algébriques de l'objet \overline{AB} et de son image $\overline{A'B'}$. Toutes ces grandeurs algébriques s'expriment en mètre.

Doc. 1 Les conventions d'orientation des axes



Éviter les erreurs

- Bien écrire les valeurs algébriques des grandeurs (positives ou négatives) et être vigilant aux signes des valeurs numériques dans les calculs.
- Vérifier que les valeurs algébriques ont été converties en mètre dans la relation de conjugaison.



$$\begin{aligned} \overline{OA} &= -3 \\ \overline{AB} &= +2 \\ \overline{OF} &= -5 \\ \overline{OF'} &= +5 \\ \overline{A'B'} &= +5 \end{aligned}$$

3) Relation de conjugaison d'une lentille mince convergente.

- Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel.
- Estimer la distance focale d'une lentille mince convergente.
- Tester la relation de conjugaison d'une lentille mince convergente.
- Réaliser une mise au point en modifiant soit la distance focale de la lentille convergente soit la géométrie du montage optique.

Thème 4 : Ondes et signaux.

La formule de Descartes est la relation algébrique entre la position de l'image $\overline{OA'}$, la position de l'objet \overline{OA} et la distance focale $\overline{OF'}$ de la lentille :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

Cette relation permet de déterminer la position et la nature de l'image (réelle ou virtuelle).
Les distances sont exprimées en mètre (m).

Les grandeurs sont algébriques \Rightarrow Attention aux signes

EXEMPLE

Un objet AB est placé à 30,0 cm d'une lentille mince convergente de distance focale 12,5 cm. Calculer la position de l'image A'B' d'un objet AB formée par cette lentille. La distance focale est $\overline{OF'} = 12,5$ cm et la distance lentille-objet est $\overline{OA} = -30,0$ cm.

On utilise la relation de conjugaison : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$.

On a alors $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} + \frac{1}{\overline{OA}}$ soit $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{\overline{OA} + \overline{OF'}}{\overline{OA} \times \overline{OF'}}$ soit $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$.

A.N. : $\overline{OA'} = \frac{-30,0 \text{ cm} \times 12,5 \text{ cm}}{-30,0 \text{ cm} + 12,5 \text{ cm}} = 21,4 \text{ cm}$.

4) Grandissement.

- Exploiter la relation de grandissement pour déterminer la taille de l'image d'un objet-plan réel.
- **Capacités mathématiques** : Utiliser le théorème de Thalès.

On définit le **grandissement** γ comme le rapport entre la taille de l'image A'B' et la taille de l'objet AB :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Le **grandissement** (noté γ) permet de comparer l'aspect (taille et sens) de l'image avec celui de l'objet.

Si $\gamma < 0$, alors l'image est inversée.

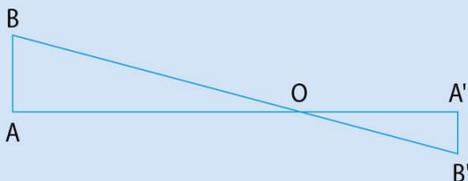
Si $|\gamma| > 1$, alors l'image est agrandie.

Si $\gamma > 0$, alors l'image est droite.

Si $|\gamma| < 1$, alors l'image est rétrécie.

Les grandeurs sont algébriques \Rightarrow Attention aux signes

Le théorème de Thalès



En appliquant le théorème de Thalès dans les triangles homothétiques OAB et OA'B', on montre que :

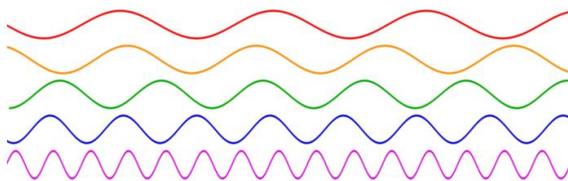
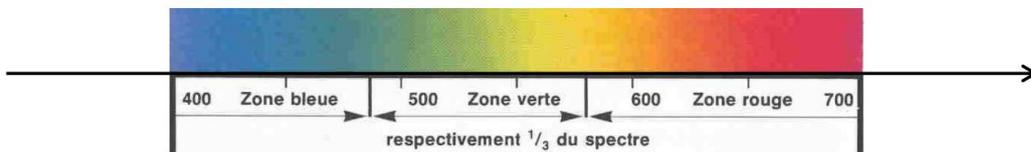
$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{OB'}}{\overline{OB}}$$

II. La couleur des objets.

1) Couleur blanche.

RAPPEL : la lumière blanche

L'œil humain n'est sensible qu'aux longueurs d'ondes comprises entre environ 400 et 800 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).



La **lumière blanche** est constituée d'une **infinité de radiations monochromatiques**.

Les radiations colorées visibles vont du violet extrême (longueur d'onde $\lambda = 380 \text{ nm}$) au rouge extrême (longueur d'onde $\lambda = 740 \text{ nm}$).

Des radiations invisibles les encadrent : les ultraviolets (UV) et les infrarouges (IR).

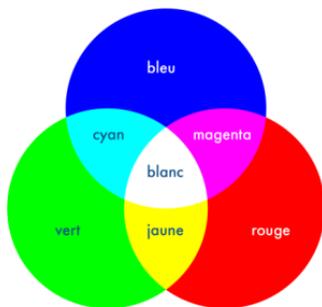
2) Synthèse additive des lumières colorées.

- Choisir le modèle de la synthèse additive ou celui de la synthèse soustractive selon la situation à interpréter.
- Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une lumière incidente.

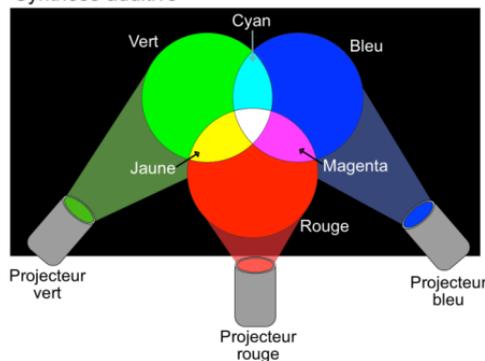
La **SYNTHÈSE ADDITIVE** consiste à combiner la **lumière colorée** de plusieurs sources afin d'obtenir une nouvelle couleur.

Les **lumières colorées PRIMAIRES** : BLEU VERT ROUGE

Les **lumières colorées SECONDAIRES** : JAUNE MAGENTA CYAN



Synthèse additive



On superpose des faisceaux de lumières colorées.

- lumière rouge + lumière verte = lumière jaune
- lumière rouge + lumière bleue = lumière magenta
- lumière bleue + lumière verte = lumière cyan
- lumière bleue + lumière verte + lumière rouge = lumière blanche

Deux couleurs sont **COMPLEMENTAIRES** si leur superposition donne du **BLANC** : combinaison d'une couleur **PRIMAIRE** ET d'une couleur **SECONDAIRE**.

- Rouge et Cyan
- Bleu et Jaune
- Vert et Magenta

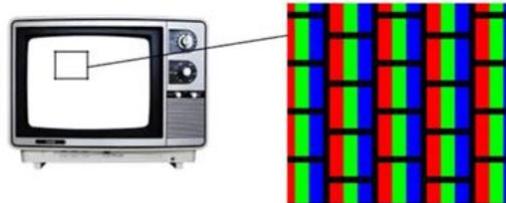
Le **NOIR** correspond à l'absence de lumière.

Thème 4 : Ondes et signaux.

La synthèse additive est utilisée par les écrans LCD.

Chaque pixel est composé de trois sources de lumière Rouge verte et bleu à partir desquelles il est possible de reformer toutes les autres couleurs.

Les trois luminophores des pixels d'un écran de téléphone, par exemple, permettent de composer toutes les couleurs par la variation de luminosité de chacun selon les principes de la synthèse additive



3) Synthèse soustractive.

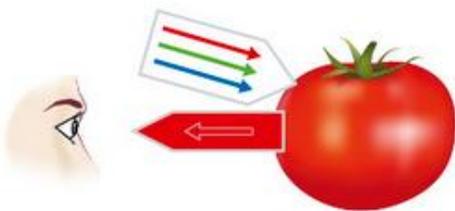
- Choisir le modèle de la synthèse additive ou celui de la synthèse soustractive selon la situation à interpréter.
- Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une lumière incidente.

La **SYNTHÈSE SOUSTRACTIVE** consiste à combiner l'effet d'absorption de plusieurs couleurs afin d'en obtenir une nouvelle.

La **synthèse soustractive** consiste à soustraire des couleurs à la lumière blanche en interposant, par exemple, des **filtres colorés**

Les **couleurs PRIMAIRES** : JAUNE MAGENTA CYAN

Les **couleurs SECONDAIRES** : BLEU VERT ROUGE



Modèle de la synthèse soustractive pour expliquer la couleur perçue d'une tomate.

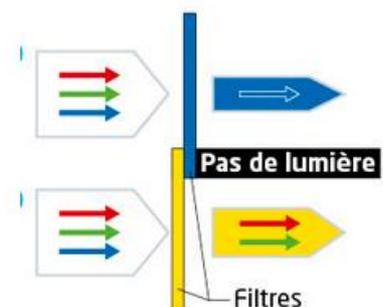
On superpose des filtres colorés.

La lumière blanche passe à travers cette superposition de filtres ou la lumière blanche éclaire de la matière colorée.

- filtre jaune + filtre magenta = lumière rouge transmise
- filtre jaune + filtre cyan = lumière verte transmise
- filtre magenta + filtre cyan = lumière bleue transmise
- filtre cyan + filtre magenta + filtre jaune = pas de lumière transmise (NOIR)

Deux couleurs sont **COMPLEMENTAIRES** si leur superposition donne du **NOIR** c'est-à-dire **PAS** de lumière transmise : Combinaison d'une couleur **PRIMAIRE** ET d'une couleur **SECONDAIRE** :

- Cyan et Rouge
- Jaune et Bleu
- Magenta et Vert



Absorption et transmission de lumières colorées par des filtres.

4) Couleur des objets et lumière transmise.

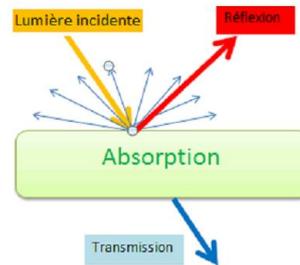
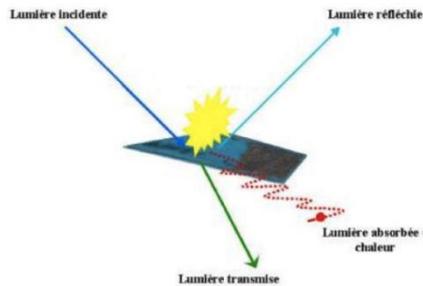
- Interpréter la couleur perçue d'un objet à partir de celle de la lumière incidente ainsi que des phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission.

Selon leur nature les objets interagissent différemment avec la lumière. Plusieurs cas se présentent.

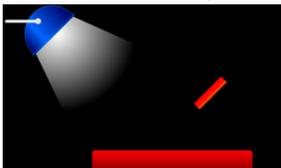


- **La diffusion** est le phénomène par lequel un objet éclairé renvoie dans toutes les directions une partie de la lumière incidente.
- **La transmission** est le phénomène par lequel un objet transparent laisse passer une partie de la lumière incidente.
- **L'absorption** est le phénomène par lequel un objet éclairé absorbe une partie de la lumière incidente.

Exemple : Eclairé en lumière blanche, un objet jaune transparent (colorant liquide jaune) diffuse et transmet le jaune, mais absorbe les autres radiations (bleu).



Couleur d'un objet en lumière blanche.



Un objet éclairé en lumière blanche paraît rouge : il diffuse le rouge et absorbe les autres couleurs (vert, bleu, jaune).



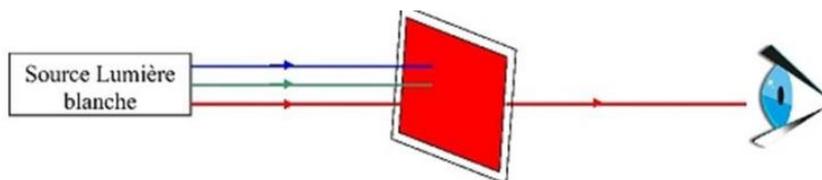
Un objet éclairé en lumière blanche paraît jaune : il diffuse le jaune, le rouge et le vert et absorbe les autres couleurs (bleu...).

Dans chacun des cas on utilise la **synthèse additive**.

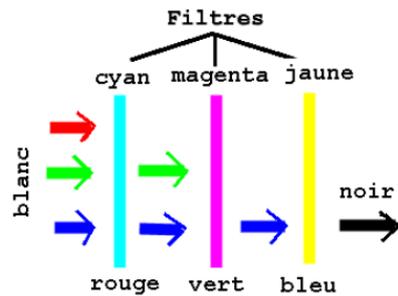
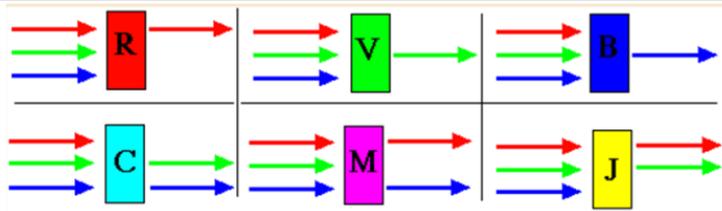


Un objet peut laisser passer toute ou partie de la lumière reçue ou incidente.

La partie de la lumière non absorbée qui « traverse » l'objet est appelée la lumière TRANSMISE.



Thème 4 : Ondes et signaux.



Exemple d'un citron jaune :

Lorsqu'il est éclairé en lumière blanche, il absorbe le bleu et diffuse (renvoi) le reste c'est-à-dire un mélange de vert et de rouge donc du jaune.

En lumière bleue (filtre bleu donc on a seulement de la lumière bleue), le citron absorbe le bleu et ne renvoi aucune lumière, il apparaîtra noir.

En lumière rouge (filtre rouge donc on a seulement de la lumière rouge), le citron diffuse le rouge, il apparaîtra rouge.

En lumière cyan (filtre cyan donc on a de la lumière bleue et vert – synthèse soustractive), le citron absorbe le bleu et ne renvoi le vert, il apparaîtra vert.

Exemple d'un coquelicot.

Lorsqu'il est éclairé en lumière blanche, il absorbe le bleu et le vert et diffuse le rouge. C'est la lumière renvoyée par un objet qui est responsable de sa couleur.

En lumière bleue (filtre bleu donc on a seulement de la lumière bleue), le coquelicot apparaîtra noir car il absorbe le bleu et renvoi aucune couleur.

En lumière jaune (filtre jaune donc on a de la lumière rouge et vert – synthèse soustractive), le coquelicot apparaîtra rouge, il absorbe le vert et diffuse le rouge.



Conclusion

La couleur d'un objet dépend de la couleur de la lumière qui l'éclaire. La couleur n'est pas vraiment une caractéristique d'un objet, c'est uniquement le résultat de l'action de la lumière sur sa surface.