

# Activité expérimentale - Polarisation de la lumière

## Capacités développées ou évaluées lors de ce TP

- Vérifier expérimentalement la loi de Malus.
- Utiliser la polarisation pour identifier une espèce chimique
- Comprendre le fonctionnement des lunettes 3D

$$I = I_0 \cos^2 \theta$$

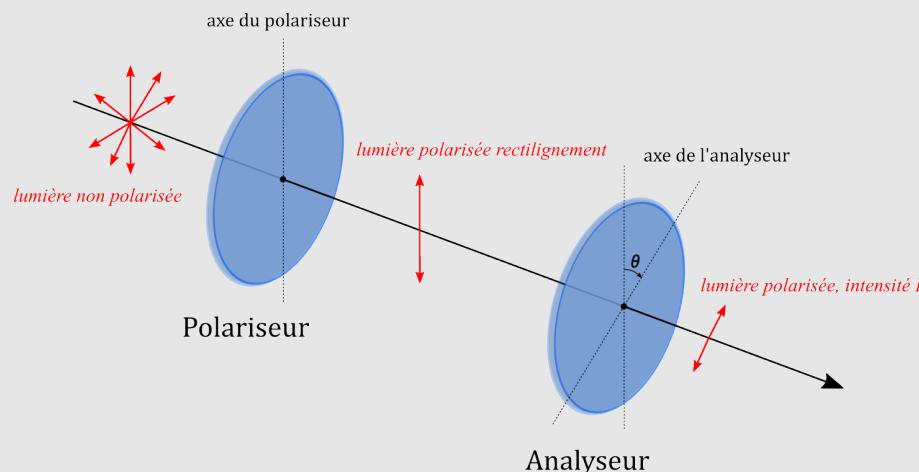
Cette relation se nomme la **loi de Malus**<sup>a</sup>.

*a. Le même que le théorème de Malus vu en optique... on pourra se reporter à sa biographie dans le cours correspondant*

## I) Loi de Malus

### Loi de Malus

On considère le montage suivant. Une lumière **non polarisée** arrive sur un premier polariseur linéaire. A la sortie de celui ci, la lumière est polarisée dans un direction nommée axe de transmission du polariseur. Cette lumière passe ensuite par un second polariseur linéaire, nommé **analyseur**, dont l'axe de transmission fait un angle  $\theta$  avec celui du premier polariseur.



Si l'on note  $I$  l'intensité de la lumière à la sortie de l'analyseur et  $I_0$  l'intensité maximale, on a la relation suivante :



Effectuer le montage correspondant au schéma ci-dessus en utilisant une lampe à vapeur de sodium, un polariseur, un analyseur et un luxmètre pour mesurer l'éclairement (quantité physique que l'on confondra ici avec l'intensité lumineuse).

- Relever l'intensité lumineuse  $I$  mesuré par le luxmètre, en sortie des polariseurs pour une dizaine de valeurs de l'angle  $\theta$  comprises entre 0 et 90°.
- A l'aide de LatisPro, tracer la courbe  $I = f(\theta)$ .
- Effectuer une modélisation pertinente, conclure sur la validité du modèle.

1. Rendre compte de vos mesures et résultats, et conclure sur la validité de la loi de Malus.



- Remplacer la lampe par une diode laser. Enlever le polariseur et observer les variations de l'intensité lumineuse à la sortie de l'analyseur en faisant varier  $\theta$ .

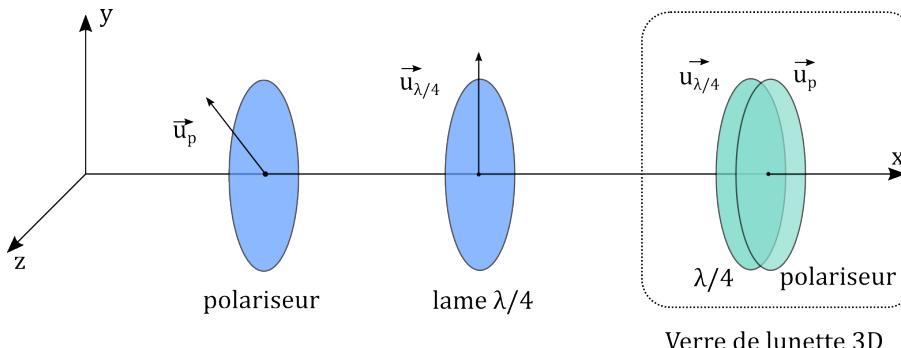
2. La lumière d'un Laser est-elle polarisée ? Si oui, selon quelle direction ? Justifier.

## II) Principe des lunettes 3D à polarisation circulaire

Une lame dite *quart d'onde* (ou  $\lambda/4$ ) présente un axe privilégié ralentissant la lumière en rajoutant une différence de marche de  $\lambda/4$  à la composante du champ électrique selon la direction indiquée par le marqueur jaune par rapport à la composante selon la direction orthogonale.

On considère un champ électrique de la forme :

$\vec{E}(x, t) = E_0 \cos(\omega t - kx) \vec{u}_p$  sortant du polariseur comme indiqué sur la figure ci-dessous. Le vecteur  $\vec{u}_p$  fait un angle de  $45^\circ$  avec les droites  $Oy$  et  $Oz$ .



3. Exprimer le champ électrique dans la base  $Oxyz$ .
  4. Convertir la différence de marche en déphasage. Exprimer alors le champ électrique dans la base  $Oxyz$  à la sortie de la lame quart d'onde si la lame est orientée selon  $Oy$  :  $\vec{u}_{\lambda/4} = \vec{e}_y$
  5. Représenter l'évolution du vecteur  $\vec{E}(0, t)$  dans le plan  $Oyz$  à la sortie de la lame  $\lambda/4$ . Comment qualifier cette polarisation ?
  6. Que peut-on dire si la lame  $\lambda/4$  est ensuite orientée selon  $\vec{e}_z$  ?
- Chaque verre de lunettes 3D (celles avec les branches rouges) est composé d'une lame  $\lambda/4$  suivie d'un polariseur.
7. Expliquer en utilisant un schéma comment l'orientation particulière de la lame  $\lambda/4$  et/ou du polariseur des verres entraîne que la lumière issue du système d'éclairage source+polariseur+  $\lambda/4$ , ne parvienne que sur un seul œil lorsque l'on porte les lunettes 3D.
  8. Indiquer comment modifier le dispositif pour que la lumière passe uniquement par l'autre verre. Le vérifier expérimentalement.

9. Pourquoi un écran métallisé est-il indispensable aux salles voulant projeter des films en 3D ?

**Appel professeur**

### Principle of RealD 3D technology



RealD 3D cinema technology is a polarized 3D system that uses circularly polarized light to produce stereoscopic image projection. The advantage of circular polarization over linear polarization is that viewers are able to tilt their head and look about the theater naturally without seeing double or darkened images. However, as with other systems, any significant head tilt will result in incorrect parallax and prevent the brain from correctly fusing the stereoscopic images.

The high-resolution, digital cinema grade video projector alternately projects right-eye frames and left-eye frames, switching between them 144 times per second. A push-pull electro-optical liquid crystal modulator called a ZScreen is placed immediately in front of the projector lens to alternately polarize each frame. It circularly polarizes the frames clockwise for the right eye and counter-clockwise for the left eye. The audience wears circularly polarized glasses that have oppositely polarized lenses that ensures each eye sees only its designated frame. In RealD Cinema, each frame is projected three times to reduce flicker, a system called triple flash. The source video is usually produced at 24 frames per second per eye (total 48 frames/s), which may result in subtle ghosting and stuttering on horizontal camera movements. A silver screen is used to maintain the light polarization upon reflection and to reduce reflection loss to counter some of the significant light loss due to polarization filter absorption. The result is a 3D picture that seems to extend behind and in front of the screen itself.

## Compétences évaluées

Noms et prénoms du binôme :

—  
—

Cette grille d'évaluation sert à vérifier que savez faire les étapes expérimentales importantes. Les compétences en **gras** sont évaluées pendant le TP : faites appel à votre professeur lorsque vous êtes prêts/prêtes à les valider.

Compétence travaillée	Points
Vérifier expérimentalement la loi de Malus	/4
Caractériser la polarisation d'un Laser	/2
Expliquer clairement le principe des lunettes 3D	/4
Note finale	/10

Remarques :

## Matériel

MP/MPI Vendredi 8h/12h Pascal Bertin

- Polariseurs
- Lames  $\lambda/4$
- Supports d'optique
- Lunettes 3D (rouges et noires)
- Luxmètres
- Lasers (à diode laser), rouge ou verts
- Ordinateur + Latis Pro