

## Fiche 3 : La persistance rétinienne

Lorsqu'une image se forme sur la **rétine**, elle ne disparaît pas immédiatement mais reste " imprimée " environ  $1/12^{\text{ème}}$  de seconde. Ce phénomène s'appelle la **persistance rétinienne**

Ce phénomène a été découvert par les savants vers 1820.

### A : Naissance des images animées

- Le principe de la persistance rétinienne est à la base même du cinéma.

En 1829, le Belge Joseph Plateau établit qu'une impression lumineuse reçue sur la rétine persiste  $1/12^{\text{ème}}$  de seconde après la disparition de l'image. Cette impression reste donc « imprimée », et gardée en mémoire  $1/12^{\text{ème}}$  de seconde avant que les cellules de la **rétine** redeviennent à nouveau sensibles à la lumière.

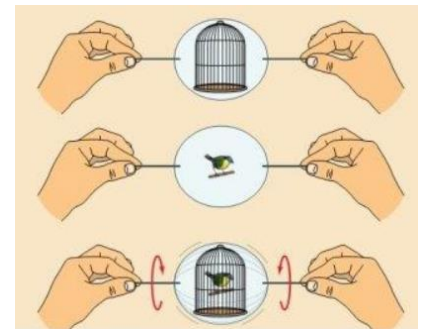
► L'oeil n'arrive pas à distinguer 2 images successives si elles sont séparées par moins  $1/12^{\text{ème}}$  de seconde. C'est ce que l'on appelle le phénomène de persistance rétinienne.

Les images que nous recevons de l'extérieur se forment au fond de notre œil sur une couche sensible appelée la rétine.

Cette rétine envoie le message visuel à notre cerveau par l'intermédiaire du nerf optique. La rétine possède une substance, "le pourpre rétinien", qui est décomposé par la lumière mais se reforme extrêmement vite (en environ  $1/12^{\text{ème}}$  de seconde). Mais il existe tout de même une rupture à cause de ce très court instant. **Il suffit donc de regarder des images qui défilent à un rythme de plus de 12 images par seconde pour avoir l'impression qu'elles se suivent sans rupture**, donnant l'illusion du mouvement

- L'image animée est née avec les jouets optiques

**le thaumatrope** : jouet inventé par 2 anglais vers 1820-1825. Il s'agit d'un disque sur lequel sont représentés 2 dessins distincts : par exemple, un oiseau d'un côté et de l'autre une cage. Si l'on fait tourner le disque assez rapidement, on peut voir l'oiseau dans sa cage

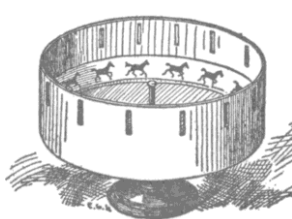


**Le folioscope** (vers 1830) est un petit livret sur les pages duquel on a représenté des images d'un mouvement décomposé. Le mouvement est recomposé par effeuillage du livret entre les doigts.

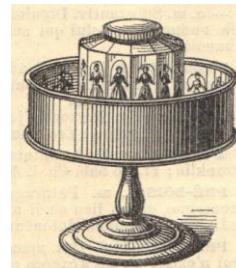
le phénakistiscope



le zootrope



le praxinoscope



## B : Le début du cinéma

- Avant 1926, les films muets étaient tournés et projetés à un débit de **16 images par seconde**.

**Lors de l'enregistrement, la bande de film est constituée d'une suite d'images photographiques des sujets en mouvement, prises tous les 1/16 s.**

Lors de la diffusion, il s'écoule, entre deux images consécutives,  $1/16$  s, durée inférieure à la durée de persistance des impressions rétinienne, l'œil du spectateur juxtapose les images et le mouvement lui paraît continu.

*Remarque : Ce débit d'images limite la taille des bobines. En format 35 mm, une seconde de film à 24 images par seconde correspond à 45 centimètres de pellicule. En 16 images par seconde, on tombe à environ 30 centimètres. C'est une économie de bobine considérable à l'échelle d'un long métrage.*

- Avec l'arrivée du parlant (*The jazz singer* en 1927), l'industrie du cinéma a dû **augmenter la cadence de défilement des images** : à 16 images par seconde, il n'est pas possible de retranscrire les hautes fréquences sonores. La reproduction des aigus exige un défilement plus rapide.

Le choix s'est porté sur une cadence de 24 images par seconde, qui permet non seulement une bonne lecture du son mais aussi une restitution assez naturelle des mouvements à l'écran.

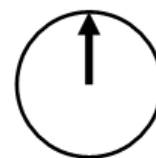
*Remarque : Pour donner l'illusion d'un ralenti, les réalisateurs de cinéma utilisent des caméras qui filment plus de 24 images par secondes. Ensuite, en projetant la pellicule à vitesse normale (24 images par secondes), on obtient un mouvement au ralenti.*

*L'effet inverse (accélééré) est obtenu en filmant avec moins de 24 images par secondes.*

## Applications

### EX1/

Un disque blanc contient une flèche noire ; il tourne à la vitesse de 3000 tr/min.



1)

1.1. Donner les définitions :

- de la fréquence de rotation du disque
- de la période de rotation du disque

1.2. Quelle relation relie la fréquence et la période ? Donner les unités des grandeurs utilisées dans cette formule

1.3. Calculer  $f_{\text{disque}}$  et  $T_{\text{disque}}$ , la fréquence et la période de rotation du disque.

2) On éclaire le disque avec un stroboscope

*Un stroboscope est une source lumineuse émettant de façon périodique des éclairs très intenses et très brefs. Il est possible de régler la fréquence des éclairs, notée  $f_{\text{éclairs}}$ , c'est à dire le nombre d'éclairs par seconde.*

On règle la fréquence du stroboscope suivant les cas ci-dessous :

cas (1) :  $f_{\text{éclairs}} = 50 \text{ Hz}$

cas (2) :  $f_{\text{éclairs}} = 5 \text{ Hz}$

cas (3) :  $f_{\text{éclairs}} = 55 \text{ Hz}$

cas (4) :  $f_{\text{éclairs}} = 45 \text{ Hz}$

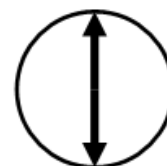
cas (5) :  $f_{\text{éclairs}} = 100 \text{ Hz}$

cas (6) :  $f_{\text{éclairs}} = 200 \text{ Hz}$

- Dans chacun des cas, calculer la période des éclairs ; décrire ce que l'œil perçoit

### EX2/

Un disque blanc contient 2 flèches noires diamétralement opposées ; il tourne à la vitesse de 25 tours par seconde



1) Donner  $f_{\text{disque}}$ , la fréquence de rotation du disque puis calculer la période  $T_{\text{disque}}$  de rotation

2) On éclaire le disque avec un stroboscope

On règle la fréquence du stroboscope suivant les cas ci-dessous :

cas (1) :  $f_{\text{éclairs}} = 50 \text{ Hz}$

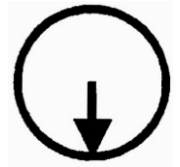
cas (2) :  $f_{\text{éclairs}} = 100 \text{ Hz}$

- En déduire ce que l'œil perçoit dans chacun des cas

### EX3/

Dans un atelier, on utilise des machines-outils qui tournent rapidement.

Une roue de scie circulaire tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. La scie possède un logo représentant une flèche. La roue fait 100 tours par seconde



**1)** Donner la fréquence et la période de rotation de la scie

**2)** L'éclairage de l'atelier est constitué de tubes fluorescents.

*L'éclairage produit par le tube n'est pas continu comme avec une lampe à incandescence. Un tube fluorescent est une sorte de lampe flash qui produit 100 éclairs par seconde et entre chaque éclair, aucune lumière n'est émise.*

**2.1.** Donner la fréquence et la période des éclairs ; en déduire ce que l'œil voit lorsqu'il regarde la scie circulaire qui tourne.

**2.2.** Pourquoi dans un atelier qui utilise des machines-outils qui tournent rapidement, l'éclairage par un tube fluorescent est-il interdit ?

### EX4/

Le ralenti et l'accélération cinématographique sont des artifices grâce auxquels les mouvements à l'écran paraissent beaucoup plus lents ou plus rapides que dans la réalité.

Ils sont utilisés pour obtenir des effets de trucage mais aussi pour l'analyse de phénomènes rapides (mouvements d'un sportif...) ou pour l'analyse de phénomènes lents (croissance d'une plante. . .).

**1)** Supposons que l'on filme à la fréquence de 48 images par seconde, le mouvement d'un sportif pendant 2 s.

**1.1.** Combien de temps dure la projection de cette séquence à la fréquence de 24 images par seconde ? Justifier la réponse.

**1.2.** En déduire si le mouvement du sportif paraît ralenti ou accéléré.

**2)** Une caméra filme à raison d'une image par heure, la croissance d'une plante pendant 30 jours. On projette ensuite à la fréquence de 24 images par seconde le film obtenu.

**2.1.** Combien d'images ont été enregistrées par la caméra au bout de 30 jours ?

**2.2.** En déduire combien de temps va durer la projection. Justifier les réponses.