



LA PERSISTANCE DES IMPRESSIONS LUMINEUSES

La persistance des impressions lumineuses consiste à percevoir un objet tel qu'il était un instant auparavant. Elle conduit à de nombreuses illusions d'optique.

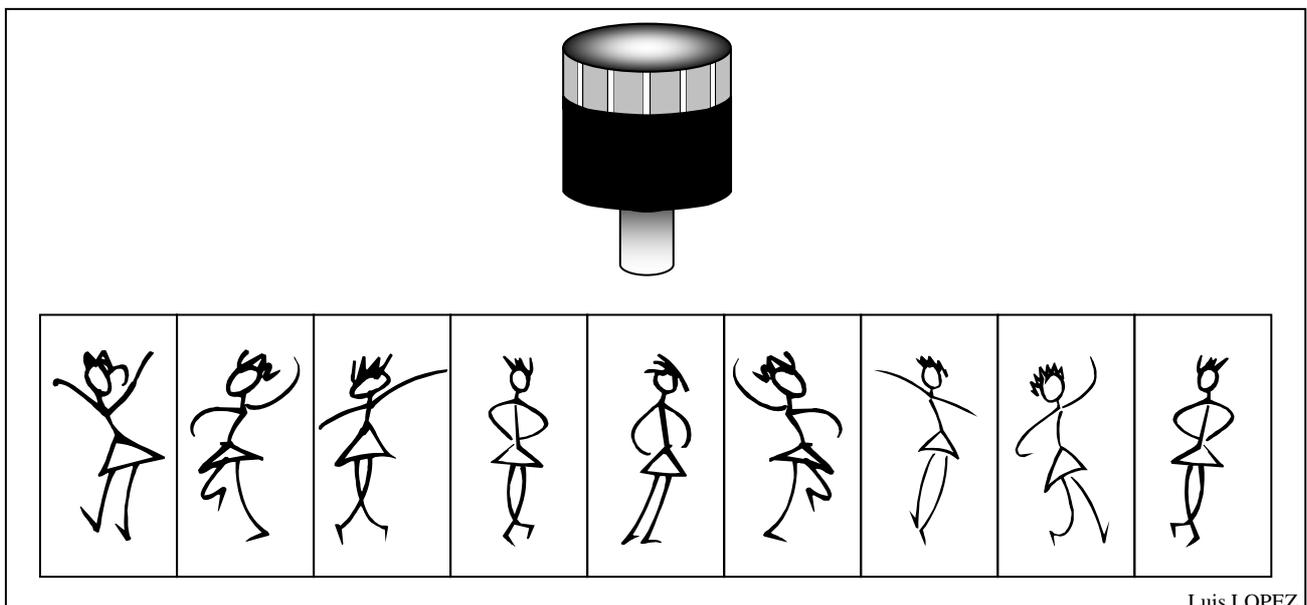
Les cellules de la rétine continuent d'envoyer des signaux au cerveau pendant un dixième de seconde. On peut donc procéder à une superposition d'image qui donnent l'illusion d'un mouvement continu. Ce principe est celui du cinéma.

La persistance des impressions lumineuses

- Un objet lumineux déplacé rapidement est perçu comme une traînée lumineuse.
- Les cellules de la rétine continuent d'envoyer des signaux au cerveau, alors que l'objet qui lui correspond n'envoie plus de lumière dans l'œil.
- Ce phénomène, appelé persistance de l'impression lumineuse, dure pendant un dixième de seconde.
- Si un objet est vu avant la disparition de l'image précédente, les images se superposent.

Le zootrope

- Le zootrope est un cylindre, mobile autour d'un axe, muni de fentes, au travers desquelles on peut percevoir des images qui décomposent un mouvement.
- Lorsque le zootrope est en rotation, on a l'illusion d'un mouvement : la danseuse paraît s'agiter.
- Le zootrope utilise le même principe que le cinéma : la persistance des impressions lumineuses. Il constitue l'ancêtre du cinéma.

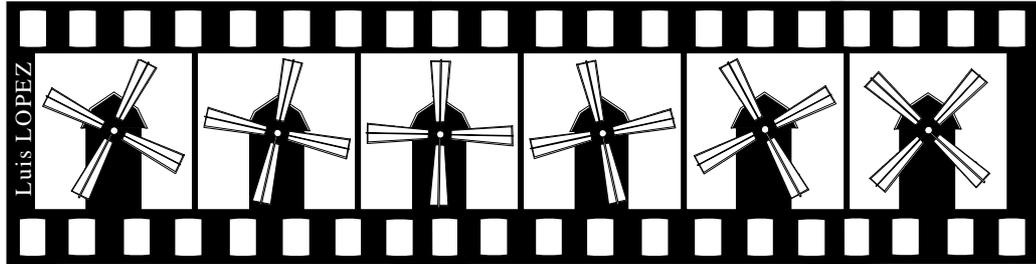


Luis LOPEZ



Le cinématographe

- La projection d'un film correspond à la présentation d'images fixes, changées très rapidement. Une image est vue alors que la perception de la précédente n'a pas disparu. On a une impression de mouvement.
- La **fréquence** de projection des images est de 24 images par seconde.
- Le cinématographe, comme le zootrope, utilise la persistance des impressions lumineuses.



Des images, légèrement différentes, qui se succèdent, donnent une impression de mouvement.



Exercice n°1 (niveau débutant)

Énoncé :

- 1) Comment est perçu un objet lumineux se déplaçant très rapidement ?
- 2) Qu'appelle-t-on persistance des impressions lumineuses ?
- 3) Combien de temps dure-t-elle ?
- 4) Expliquer le principe du zootrope.
- 5) Les images projetées au cinéma ou à la télévision bougent-elles ?
- 6) Expliquer le principe du cinématographe.
- 7) Combien d'images sont projetées par le projecteur de cinéma ?
- 8) Que verrait-on si ce dernier ne projetait que six ou sept images par seconde ?



Exercice n°1 (niveau débutant)

Correction :

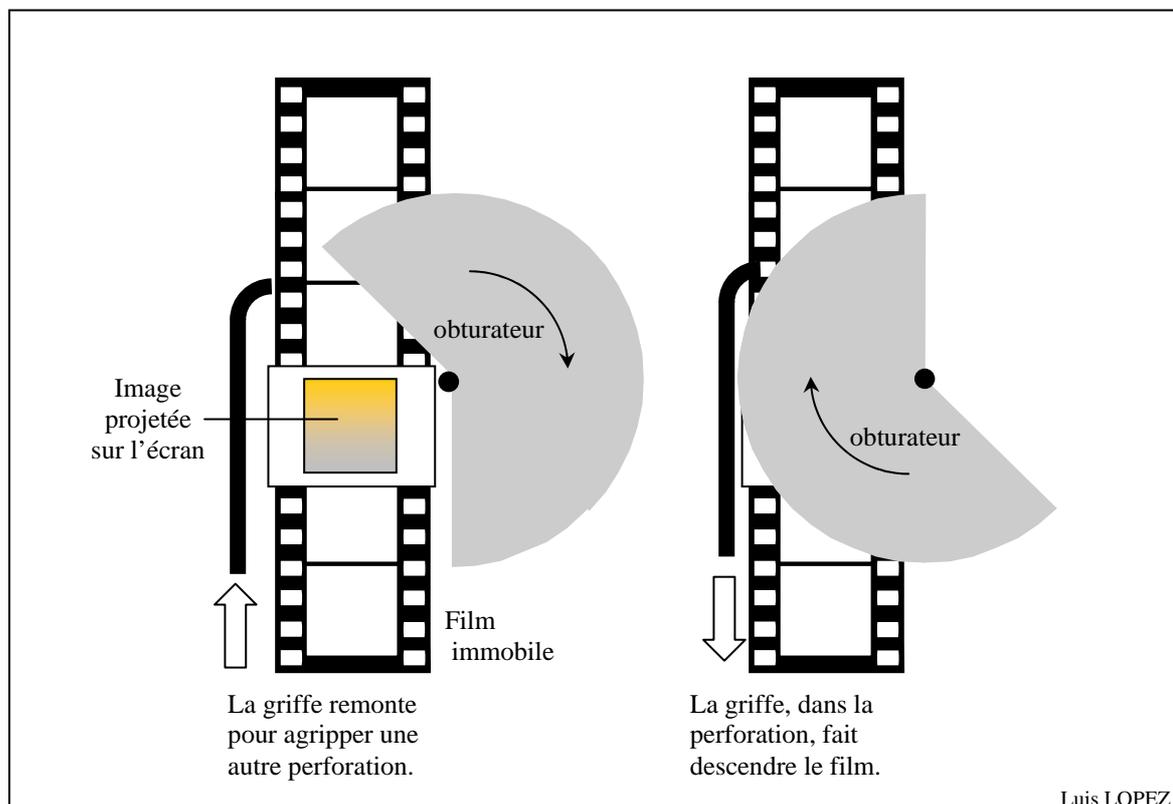
- 1) Un objet lumineux se déplaçant très rapidement est perçu comme une traînée.
- 2) Les cellules de la rétine continuent d'envoyer des signaux au cerveau, alors que l'objet, qui lui correspond, n'envoie plus de lumière dans l'œil.
- 3) La persistance de l'impression lumineuse dure pendant un dixième de seconde.
- 4) Le zootrope est un cylindre, mobile autour d'un axe, muni de fentes, au travers desquelles on peut percevoir des images qui décomposent un mouvement. Lorsque le zootrope est en rotation, on a l'illusion d'un mouvement à cause de la persistance des impressions lumineuses.
- 5) Ce sont des images fixes. Comme elles sont projetées très rapidement, et à cause de la persistance des impressions lumineuses, on a l'impression que les images bougent.
- 6) La projection d'un film correspond à la présentation d'images fixes, changées très rapidement. Une image est vue alors que la perception de la précédente n'a pas disparu. Avec la persistance des impressions lumineuses, on a une impression de mouvement.
- 7) La fréquence de projection des images est de 24 images par seconde.
- 8) Si la projection consistait à n'envoyer que six ou sept images par seconde, on aurait l'apparence d'un mouvement complètement saccadé. Le temps entre deux images est alors supérieur à la persistance des impressions lumineuses.



Exercice n°2 (niveau confirmé)

Enoncé :

- 1) Les films du début du siècle (films de Charlie Chaplin par exemple) donnent une impression saccadée.
Pouvez-vous expliquer la raison de ce phénomène ?
- 2) La figure ci-dessous décrit le fonctionnement du projecteur cinématographique des frères Lumière
 - a) Qui sont les frères Lumière ?
 - b) Décrire le fonctionnement du projecteur.
 - c) Quel est le rôle de l'obturateur ?
 - d) Comment doit-être sa rotation ?
 - e) Quelle est la durée d'un tour ? (fréquence de projection de 16 images par seconde)
 - f) Décrire le mouvement du film.
 - g) A quoi servent les perforations sur le bord du film ?





Exercice n°2 (niveau confirmé)

Correction :

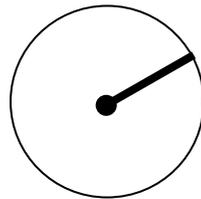
- 1) Les films du début du siècle donnent une impression saccadée. Les projecteurs de l'époque n'envoyaient que 16 images par secondes (Ce n'est qu'avec le cinéma parlant que l'on passa à 24 images par secondes). On n'a donc pas la même fluidité dans le mouvement que dans les films d'aujourd'hui.
- 2)
 - a) Les frères Lumière sont les inventeurs du cinématographe et ont réalisé la toute première projection cinématographique en public, le soir du 28 décembre 1895.
 - b) Une image est projetée lorsque l'obturateur laisse passer la lumière. Le film est déplacé pendant que l'obturateur arrête la lumière. Ce phénomène se reproduit 16 fois par seconde
 - c) L'obturateur permet de couper le faisceau lumineux qui projette sur l'écran pendant que le projecteur change d'image.
 - d) La rotation de l'obturateur doit être parfaitement uniforme (il doit tourner à vitesse constante).
 - e) La durée d'un tour doit correspondre au temps que met le projecteur pour changer de photo. Il doit donc faire 16 tours par seconde soit un tour en 0,0625 s.
 - f) Le film, à l'inverse de l'obturateur, ne doit pas avoir un mouvement uniforme. Il doit s'immobiliser le temps que soit projeté chaque image.
 - g) Les perforations sont prévues pour que la griffe s'insère dedans et fasse avancer le film.



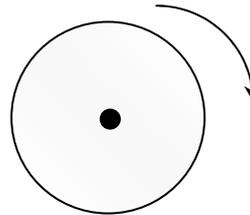
Exercice n°3 (niveau expert)

Énoncé :

Un disque blanc comporte un rayon noir. Ce dernier « disparaît » lorsque le disque est mis en rotation.



A l'arrêt



En rotation

- 1) Pourquoi le rayon noir « disparaît » ?
- 2) Pouvez-vous donner une vitesse de rotation minimale pour ce disque ?
- 3) Pour pouvoir percevoir le rayon lorsque le disque tourne, il faut utiliser un appareil. De quel appareil s'agit-il ?
- 4) Si on règle la fréquence de cet appareil sur celle du disque, comment perçoit-on le rayon noir ? Pourquoi ?
- 5) En diminuant maintenant légèrement cette fréquence, comment perçoit-on le rayon noir ? Qu'aurait-on obtenu si on avait augmenté la fréquence au lieu de la diminuer ?
- 6) Citer un exemple courant où on retrouve ce phénomène ?
- 7) On suppose que le disque tourne à la vitesse de 25 tours par seconde.
 - a) Quelle est la durée d'un tour ?
 - b) Sur quelle(s) fréquence(s) peut-on régler l'appareil pour que le rayon noir apparaisse immobile ?
 - c) On désire voir le rayon effectuer un tour en une seconde. Sur quelle fréquence doit-on régler l'appareil ?
 - d) On désire maintenant voir le rayon noir effectuer un tour en une seconde dans le sens inverse du sens des aiguilles d'une montre. Sur quelle fréquence doit-on alors régler l'appareil ?



Exercice n°3 (niveau expert)

Correction :

1) Le rayon noir « disparaît » à cause de la persistance des impressions lumineuses. La vitesse de rotation du disque est trop importante.

2) Pour que l'on ne puisse pas distinguer le rayon noir, cela veut dire qu'il fait plus d'un tour pendant l'intervalle de temps de la persistance des impressions lumineuse. Sa vitesse est d'au moins 10 tours par seconde.

3) Pour pouvoir percevoir le rayon lorsque le disque tourne, il faut utiliser un stroboscope. Il s'agit d'un appareil qui envoie des éclairs selon une fréquence choisie.

4) Si on règle la fréquence de cet appareil sur celle du disque, le rayon décrit un tour entre deux éclairs. A chaque fois qu'il est éclairé, il se trouve dans la même position. Le rayon noir est donc perçu immobile.

5) On suppose que l'on a choisi la fréquence identique à celle du disque. Si on diminue très légèrement cette fréquence, à chaque fois que le rayon noir est éclairé, il se trouve dans une position légèrement différente de la précédente. Il effectue un peu plus d'un tour entre deux éclairs. Le rayon noir n'est donc plus perçu immobile. On le voit décrire un tour complet dans le sens du mouvement du disque avec un mouvement très lent. Si, à l'inverse, on augmente la fréquence, on le voit tourner lentement dans le sens inverse.

6) On retrouve ce phénomène au cinéma, dans les westerns, lorsqu'on regarde tourner les rayons des roues des diligences.

7) On suppose que le disque tourne à la vitesse de 25 tours par seconde.

a) La durée d'un tour est de : $\frac{1}{25}$ s soit encore 0,04 s.

b) Il faut régler le stroboscope de telle façon qu'on ait 25 éclairs par seconde, pour que le rayon noir apparaisse immobile. Mais le rayon peut aussi effectuer deux tours entre deux éclairs. On peut donc aussi prendre pour fréquence la moitié de la fréquence de rotation du disque.

c) On désire voir le rayon effectuer un tour en une seconde.

Il faut donc qu'il réalise : $1 + \frac{1}{25}$ tours entre deux éclairs.

La durée entre deux éclairs est donc : $0,04 + \frac{0,04}{25}$ seconde, soit 0,0416 s

La fréquence du stroboscope doit être de 24 éclairs par seconde.

d) La fréquence du stroboscope doit être réglée sur 26 éclairs par seconde.



GLOSSAIRE

Fréquence : Nombre de fois qu'un événement se répète à l'identique en une seconde.