

Temps périscolaires :

Interventions du 13 février, Ecole Doumer :

Lumière, Vision

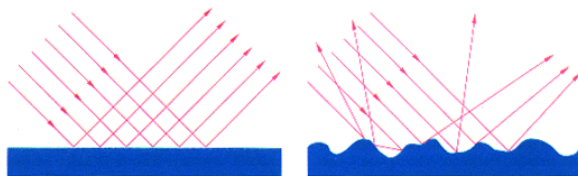
La séquence se décompose en plusieurs objectifs qui forment un enchaînement.

1. Objectif 1 : Voir la lumière.

Comprendre que pour voir un être vivant ou un objet il faut qu'il soit éclairé. Un objet peut émettre de la lumière sous certaines conditions et éclairer son environnement proche. C'est la lumière du Soleil qui permet de voir sur terre. Fermer les yeux, c'est ne pas voir¹. On fait ainsi émerger la notion de source primaire et de source secondaire.

Scénario : Conduire cette première partie comme un brainstorming.

Cette première séquence est l'occasion de faire réfléchir les enfants sur leur expérience du noir. Que se passe-t-il quand ils sont dans le noir ? Amener chacun à décrire ce qu'il voit quand il est dans le noir ou dans une semi obscurité. Voit-il mieux quand il est près d'une source ? Et quand il s'éloigne ? Faire apparaître les notions de source primaire et secondaire. Parler aussi de la diffusion de la lumière par une surface.



Si la surface qui reçoit la lumière est parfaite alors toute la lumière se réfléchit dans une seule direction. C'est ce qui se passe avec un miroir. En revanche, si la surface n'est pas parfaite, elle est réfléchie dans toutes les directions : on appelle cela la diffusion.

Digressions :

Avant de découvrir le feu, les hommes préhistoriques ne pouvaient avoir d'activité que le jour et quelque fois la nuit si la lune était bien disposée et le ciel peu nuageux. Dès qu'ils maîtrisèrent le feu, les hommes purent avoir des activités de jour comme de nuit, explorer des cavernes, maintenir leurs clans en meilleure sécurité, éloigner les importuns hominidés ou animaux.

Questionnements possibles :

Pourquoi le ciel est-il bleu le jour et noir la nuit ?

¹ Je fais l'hypothèse qu'on n'aura pas d'accès à une pièce noire.

Quelle est la couleur du ciel pour un astronome dans la station orbitale ?

Voir la fiche « la MAP » en annexe ou sur le site :

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/12046/les-couleurs-du-ciel-de-jour-comme-de-nuit>.

Voir aussi la vidéo : http://www.canal-u.tv/video/tele2sciences/pourquoi_le_ciel_est_bleu.12292.

- 2. Introduire le deuxième objectif : qu'est ce qui nous permet de voir ? L'œil. Objectif 2 : Que voit l'œil ? Comprendre ce qu'est le champ de vision d'un œil. Chaque œil a son propre champ de vision.**

Scénario : Description expérimentale du champ de vision

L'œil gauche d'un opérateur étant obturé faire avancer de la droite un objet porté par un enfant jusqu'à ce qu'il entre dans le champ de vision de l'œil droit. Faire la même expérience en partant de gauche. La position des deux objets définit le champ de vision de l'œil droit.

Recommencer en obturant l'œil droit.

Matériel :

Deux mandrins de rouleaux à papier « essuie tout ». Un grand rapporteur.

Conclusion :

Chaque œil a un champ de vision différent.

Digressions :

La compréhension du rôle de l'œil dans la vision n'a pas toujours été identique. La lumière a longtemps été considérée comme de nature divine (Égypte ancienne, Râ). Les grecs anciens pensaient que l'œil émettait des rayons qui permettaient de voir les objets (Euclide 300 avant JC). En l'an 1000, Ibn Al Haitam un savant arabe contredit Euclide et affirme que les objets émettent de la lumière. Il fonde les premières théories de la réflexion et de la réfraction.

- 3. Objectif 3 : Deux champs de vision et une seule image. Comprendre que le cerveau recompose l'image.**

Scénario : l'expérience du trou dans la main.

Expérience du trou dans la main ; le participant fixe avec l'œil gauche un point éloigné à travers le trou d'un mandrin tenu de la main gauche. Puis il avance progressivement sa main droite ouverte à hauteur de ses yeux depuis l'extrême droite vers le mandrin. L'image recomposée par le cerveau fait apparaître un trou dans la main.

Matériel : des mandrins de rouleaux « essuies tout »

Digressions : De l'importance d'avoir une bonne vue et en cas de nécessité de bien corriger la vue régulièrement (lunettes, lentilles). Attention à la fatigue visuelle (abus de présence devant les écrans).

4. Objectif 4 : Le cerveau.

Comprendre que le cerveau et ses connexions nerveuses permettent de reconstruire une seule image. Comprendre que le nerf optique connecte l'œil au cerveau.

Scenario : La tache aveugle.

Chaque enfant dispose d'une feuille blanche disposée à 30 cm du visage. Tracer préalablement sur la feuille deux points distants de 5 cm. Obturer l'œil gauche et regarder le point gauche avec l'œil droit. Approcher la feuille. A un moment on constate que le point droit disparaît. L'image du point droit est alors sur la tache aveugle de l'œil droit. En continuant d'approcher le point droit réapparaît.

Matériel : papier, crayon règle, stylo noir.

Scenario : le troisième doigt.

Placer ses deux doigts l'un en face de l'autre devant ses yeux. Laisser un petit espace entre les doigts. Regarder loin devant à travers les doigts. On a l'impression d'avoir les doigts coupés, et un mini doigt qui flotte au milieu des deux doigts.

On peut donc conclure qu'il y a une superposition des images puisqu'on observe un bout de chaque vision des deux yeux.

Scenario : mélange de couleur²

Placer un filtre de couleurs différentes devant chaque œil. On observe le paysage dans une couleur moyenne des deux couleurs des filtres. Un système superpose bien les images car à la place de voir un côté d'une couleur et l'autre côté d'une autre couleur, on perçoit une couleur moyenne. On perçoit donc une superposition des deux visions des yeux.

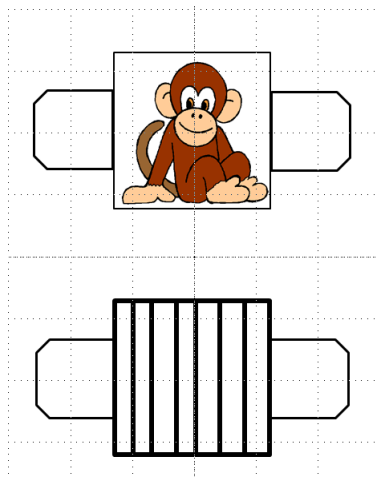
5. Objectif 5 : La persistance rétinienne : Comprendre que le cerveau et ses connexions nerveuses permettent d'enregistrer les images suivant un processus séquentiel.

Scenario : Créer un phénakistiscope. (10 à 20', suivant le niveau de préparation de la fabrication de l'objet à l'objet fabriqué)

Faire défiler des images suffisamment rapidement pour créer l'illusion du mouvement. Créer un dessin animé.

On peut faire réaliser les dessins d'animation, ou seulement faire feuilleter un petit livret préparé préalablement. Il est aussi possible de préparer le film d'une roue à rayon qui tourne et suivant la vitesse, la rotation a lieu dans un sens ou dans l'autre. Attention, à la persistance rétinienne s'ajoute la vitesse d'acquisition de la caméra. On peut aussi amener son vélo. Voici le petit dispositif qu'on a expérimenté à la MJC.

² Si suffisamment de filtres.



Matériel : Plusieurs feuilles préparées avec les objets à découper, ciseaux, colle, élastiques.

La persistance rétinienne est une particularité du fonctionnement de l'œil qui nous donne l'illusion du mouvement lorsque l'on regarde un dessin animé par exemple. En effet, **les cellules de la rétine gardent en mémoire une image pendant environ un dixième de seconde après son apparition**. Ainsi, si l'on fait défiler très rapidement **une séquence d'images, au rythme de 24 par seconde**, l'œil a en permanence en mémoire les images et ne peut distinguer 2 images successives. Les cahiers cinématiques inventés en 1820 ou les thaumatropes datant de 1826 sont des objets ludiques faisant appel à la persistance rétinienne.

De même, une caméra enregistre une scène image après image. Pour restituer le mouvement il faut que la fréquence d'enregistrement soit supérieure à la fréquence du mouvement. Si la fréquence est égale, l'objet paraîtra immobile.

En séquence finale : Vidéo d'animation sur les mouvements d'un chat dans WMM. A partir de 9 images fixes de chat en mouvement, on crée un petit film. Au début les images défilent à la cadence de 1/sec. C'est une succession d'images fixes. Puis lors de la séquence suivante elles défilent à la cadence de 1/0,1 sec. Cela simule le mouvement. (Voir en annexe la capture d'écran dans WMM).

6. Objectif 6 : Le chemin de la lumière dépend du milieu qu'elle traverse.

Scénario 1 : Expérience de la règle brisée.

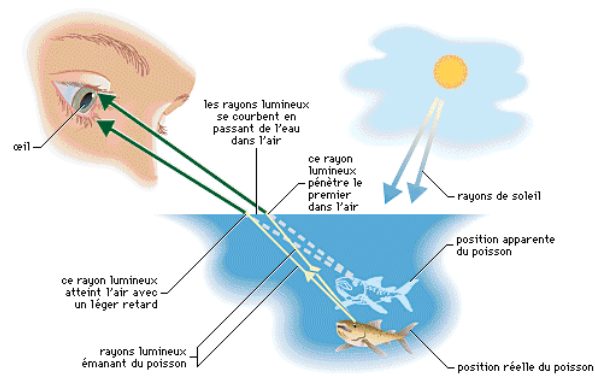
On dispose d'un récipient transparent contenant de l'eau et d'une règle. Faire observer que la règle est brisée à la surface de l'eau.

Scénario 2 : Faire apparaître une pièce dissimulée au fond d'un bol rempli d'eau.

La lumière est déviée lorsqu'elle passe d'un milieu transparent à un autre (par exemple : de l'air à l'eau, ou le contraire...). C'est ce phénomène qu'on observe lorsque l'on regarde une paille dans un verre : celle-ci paraît brisée. Cette fracture apparente est à l'origine du mot réfraction.

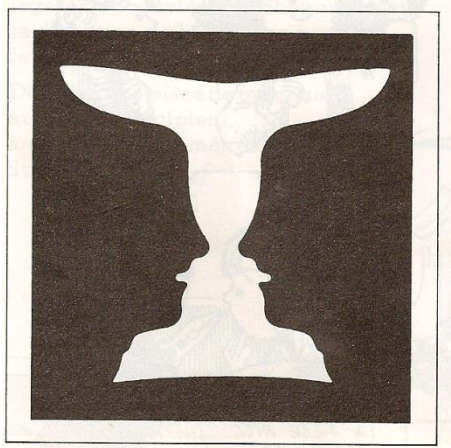
La lumière est dite « réfractée » et la propriété qui caractérise les différents milieux transparents est la « réfringence », qui se traduit par une valeur numérique : l'« indice de réfraction ».

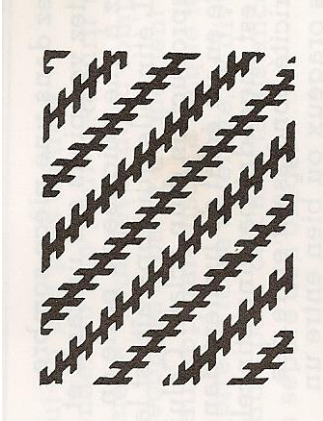
Questionnement : Pourquoi le poisson n'est pas à l'endroit où vous le voyez ?



7. Objectif 7 : Attention votre cerveau vous trompe.

Disposer d'un ensemble d'image d'illusion d'optique. (Voir pièces jointes, à titre d'exemple, on dispose de nombreuses reproductions et on peut en avoir d'autres). (10')





Etc,...

Conclusion :

La lumière nous permet de voir les êtres et les objets qu'ils soient eux-mêmes leurs propre émetteurs (source primaire) ou éclairés (source secondaire).

Nos yeux sont le récepteur de la lumière et nous permettent de reconstruire ce que nous voyons.

Chaque œil a son champ de vision propre.

Le cerveau reconstitue les images à partir des informations fournies par chaque œil.

Document de synthèse : Lumière, Vision

Ecole Leconte de Lisle, groupe scolaire Doumer

Nom	Prénom	Classe	Date

Qu'est-ce qu'une source primaire ?

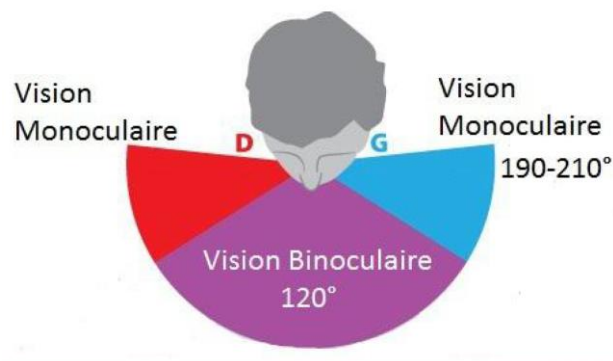
Exemple :

Qu'est-ce qu'une source secondaire ?

Exemple :

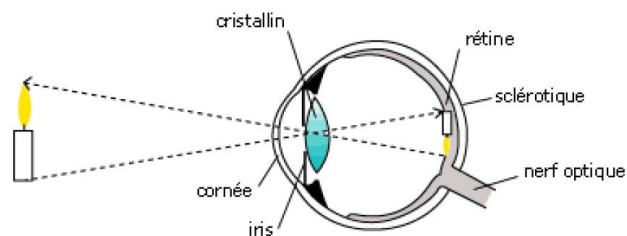
Combien a-t-on de champ de vision ?

Je mesure le champ de vision de mon œil droit ? de mon œil gauche ?



Je vois combien d'image ?

Pourquoi ?



Qu'est-ce que la persistance rétinienne ?

Annexe 1 : La MAP, les couleurs du ciel, de jour comme de nuit.

Résumé : L'atmosphère terrestre donne lieu à des phénomènes spectaculaires comme les mirages, les arcs en ciel, etc. D'autres phénomènes nous sont cependant si familiers que nous les prenons comme des évidences : "pourquoi le ciel est-il bleu ?", "pourquoi la nuit est-elle noire ?" si ces questions paraissent naïves, leurs réponses nous feront découvrir des phénomènes physiques et astrophysiques étonnants !

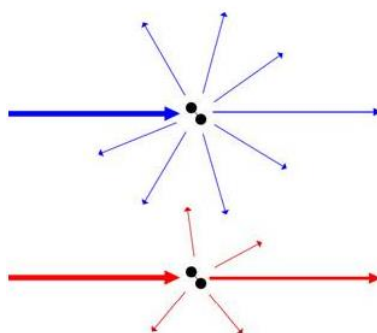
L'atmosphère dans laquelle nous vivons et respirons donne lieu à des phénomènes spectaculaires comme les mirages, les arcs en ciel, etc. D'autres phénomènes, tout aussi étonnants à priori nous sont cependant tellement familiers que nous les prenons souvent comme des évidences. "Le ciel est bleu" est une observation que nous pouvons faire quotidiennement (du moins par temps clair !), mais cette banalité apparente ne doit pas nous empêcher de nous poser la question : "pourquoi le ciel est-il bleu ?". De même, "pourquoi la nuit est-elle noire ?" est une question qui peut paraître naïve, mais nous verrons qu'il n'en est rien. Les réponses à ces questions nous feront découvrir des phénomènes physiques et astrophysiques étonnants !

Pourquoi le ciel est-il bleu ?

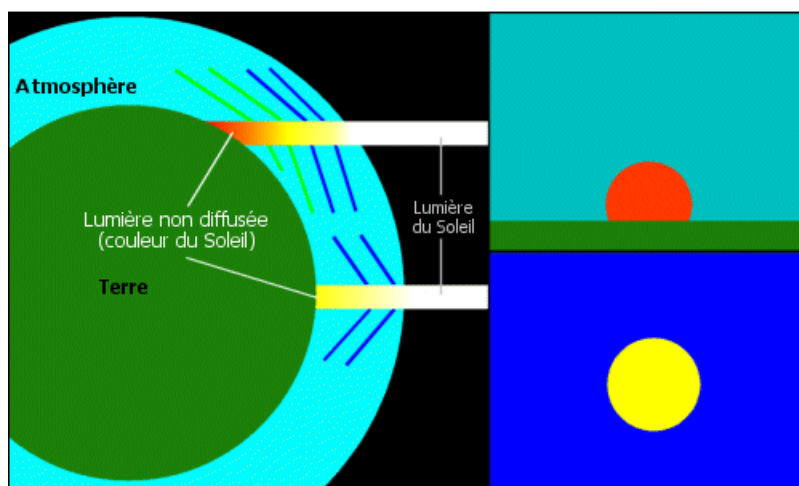
Le ciel, observé de jour et par temps clair est vu bleu. On a longtemps cru que la couleur bleue du ciel était due à la diffusion (c'est-à-dire la déviation) de la lumière par les poussières en suspension dans l'air. On pensait même qu'un air très pur (sans poussière) ne diffuserait pas la lumière. On sait aujourd'hui que Rayleigh, dès 1899, avait trouvé la bonne explication. La diffusion est principalement due aux molécules de l'air elles-mêmes.

L'atmosphère est éclairée par la lumière émise par la surface du Soleil. Lorsque cette lumière blanche atteint une molécule de l'air (azote : N_2 ou oxygène : O_2 principalement), elle est décomposée en différentes "couleurs". Chaque radiation (chaque "couleur") est absorbée par la molécule, puis réémise dans toutes les directions.

Cependant l'intensité de la lumière réémise dépend de la longueur d'onde (la couleur) et de la direction d'observation (est-on face à la source, à 90 degrés ?) On constate que la réémission est plus importante pour le rouge que pour le bleu quand on est dans l'axe d'éclairement (la direction du Soleil) et c'est l'inverse quand on est dans une direction perpendiculaire à cet axe.



Ainsi, une molécule de l'air éclairée par le Soleil, nous renvoie une lumière plutôt rouge quand on est dans l'axe d'éclairement, et plutôt bleue quand on regarde dans une direction perpendiculaire. La lumière réémise par chaque molécule vient ensuite "heurter" les autres molécules de l'air et le même phénomène se répète : la lumière transmise dans la direction d'éclairement est plus riche en rouge, alors que celle qui est diffusée sur le côté est plus riche en bleu. Cette propriété permet d'expliquer la couleur bleue du ciel.



Si nous vivions sur une planète dépourvue d'atmosphère, la lumière du Soleil ne serait pas diffusée et l'on aurait un ciel noir, avec comme seuls objets lumineux le Soleil, la Lune et les étoiles.

Pourquoi les couchers de Soleil sont-ils rouges ?

Lorsqu'on observe le Soleil, on regarde "dans l'axe d'éclairement". D'après ce qui précède, la lumière transmise est enrichie en rouge et appauvrie en bleu.

On voit donc le Soleil plus rouge qu'il ne l'est en réalité, cependant cet effet est négligeable au zénith car la couche d'air traversée est peu épaisse. En revanche, au crépuscule, cette épaisseur augmente et l'effet s'amplifie jusqu'à devenir perceptible : le Soleil et l'atmosphère vue dans la direction du Soleil apparaissent rouges.

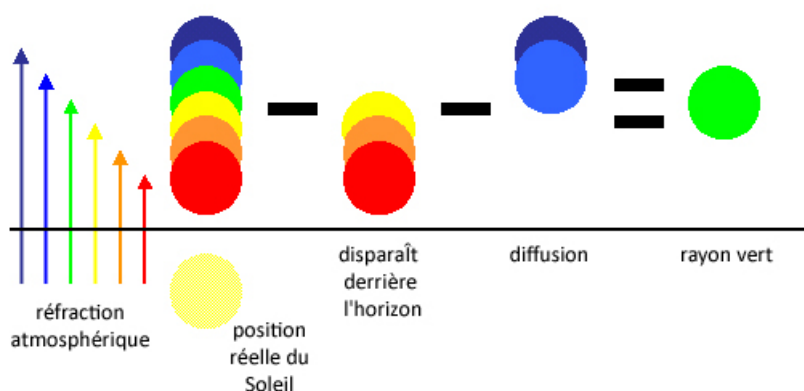
Qu'est-ce que le rayon vert ?

Parfois, quand les conditions atmosphériques sont favorables, on peut avoir la chance d'observer un rayon vert au coucher du Soleil, juste avant que celui-ci ne disparaisse sous l'horizon.



Comment expliquer ce phénomène ? En plus du phénomène de diffusion dont nous venons de parler, il faut maintenant considérer la réfraction des faisceaux lumineux par l'atmosphère. Lorsqu'on plonge un bâton dans l'eau, on le voit brisé car, en changeant de milieu (air, eau), la lumière change de direction, c'est la réfraction. Dans l'atmosphère, le même phénomène existe et courbe les faisceaux lumineux.

Lorsque nous observons le Soleil au coucher, celui-ci a déjà disparu sous l'horizon, mais sa lumière nous parvient car elle est réfractée (déviée) par l'atmosphère. Ce phénomène est détaillé dans la page "les mirages". Les différentes couleurs qui composent la lumière blanche ne sont pas déviées avec le même angle. Le rouge est moins dévié que le vert ou le bleu, il disparaît donc le premier derrière l'horizon, suivi de l'orangé puis du jaune. Il ne reste alors plus que le vert, le bleu et le violet. On voit parfois, lorsque l'atmosphère est très pure, le fameux rayon vert. Pourquoi pas de rayon bleu ou de rayon violet ? Parce qu'ils sont les plus diffusés (voire plus haut à propos de la diffusion de Rayleigh) et n'atteignent donc quasiment pas l'observateur.



Le rayon vert est plus facile à observer aux hautes latitudes (il dure plus longtemps) et au-dessus de l'océan (l'horizon est dégagé et l'air contient peu de poussières).

Pourquoi la nuit est-elle noire ?

Tout d'abord, précisons que la nuit n'est jamais parfaitement noire, en raison de la diffusion de la lumière du Soleil par l'atmosphère. De plus, la Lune et les étoiles éclairent notre planète. Même par temps couvert, sans lune, la nuit n'est pas d'un noir total.

Si nous vivons dans un Univers infini, éternel, contenant une infinité de galaxies et d'étoiles, alors où que l'on regarde, notre regard devrait croiser la lumière venue de l'une d'entre-elles : le ciel devrait être aussi brillant que la surface du Soleil, hors il n'en est rien ! Ce paradoxe évoqué pour la première fois par Kepler au XVIIème siècle a été résolu pour la première fois par un écrivain : Edgar Poe. Il a publié en 1848 un poème en prose intitulé Eureka dont sont extraits ces vers :

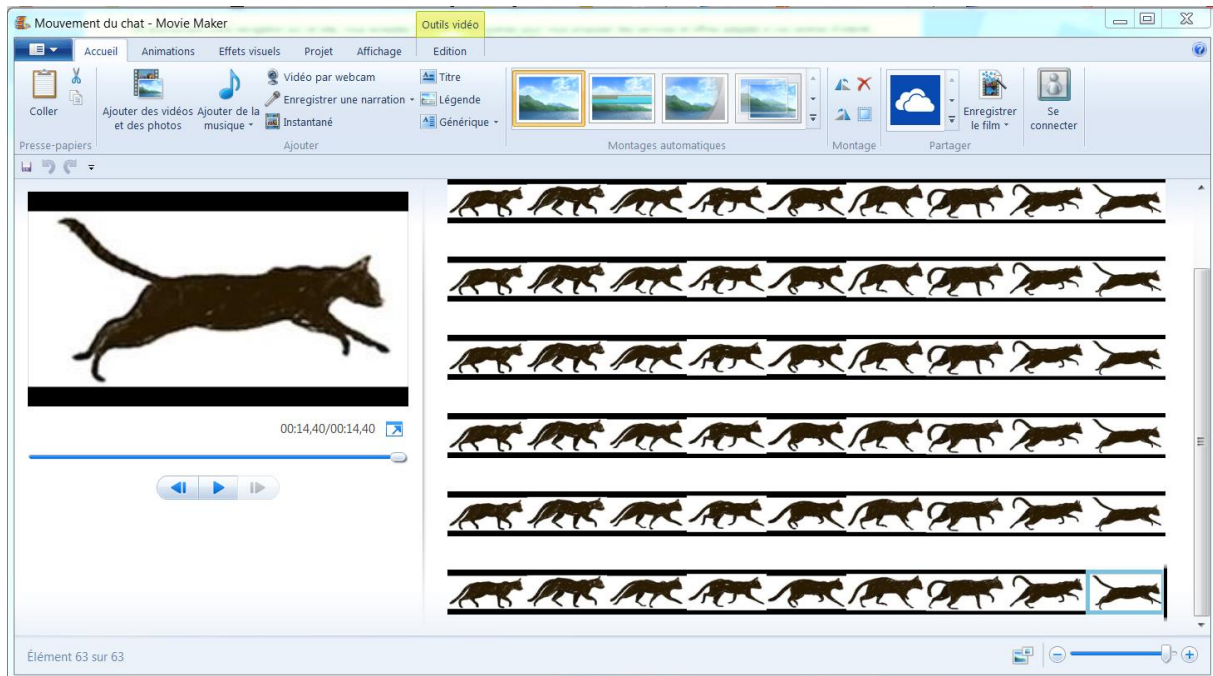
Were the succession of stars endless, then the background of the sky would present us an uniform luminosity, like that displayed by the Galaxy -since there would be no point, in all that background, at which would not exist a star. The only mode, therefore, in which, under such a state of affairs, we could comprehend the voids which our telescopes find in innumerable directions, would be by supposing the distance of the invisible background so immense that no ray from it has yet been able to reach us at all.	Si la succession des étoiles était illimitée, l'arrière-plan du ciel nous offrirait une luminosité uniforme, comme celle déployée par la Galaxie, puisqu'il n'y aurait absolument aucun point, dans tout cet arrière-plan, où n'existât une étoile. Donc, dans de telles conditions, la seule manière de rendre compte des vides que trouvent nos télescopes dans d'innombrables directions est de supposer cet arrière-plan invisible placé à une distance si prodigieuse qu'aucun rayon n'ait jamais pu parvenir jusqu'à nous.
---	--

Autrement dit : les étoiles de l'arrière-plan sont trop lointaines pour que leur lumière ait eu le temps de nous parvenir. Cette explication est en effet la bonne et repose sur deux piliers importants de la physique et de l'astrophysique modernes :

- l'Univers n'a pas toujours existé. C'est un des fondements de la théorie du Big-Bang (inconnue à l'époque de Poe !) : l'Univers est né il y a environ 15 milliards d'années et est en expansion depuis ;
- la lumière ne se propage pas à une vitesse infinie : on sait aujourd'hui que sa vitesse dans le vide est 300 000 km/s.>

D'autres phénomènes contribuent à l'obscurité du ciel nocturne. Par exemple, en raison de l'expansion de l'Univers, la lumière émise par les étoiles lointaines est décalée vers le rouge et l'infrarouge. C'est le même mécanisme qui fait que nous entendons le son de la sirène d'une ambulance plus aigu quand elle se rapproche de nous, et plus grave quand elle s'éloigne. Ainsi, cette lumière que nous recevons n'est plus dans le domaine visible et n'est donc pas perceptible par notre œil.

Annexe 2 : Capture d'écran de WMM



Les 9 premières images défilent à la cadence de 1 par seconde. Ensuite elles défilent à la cadence de 1 par 0,1 seconde