



# éduscol



Ressources pour le lycée général et technologique

Ressources pour la classe de seconde  
générale et technologique

---

## Méthodes et pratiques scientifiques Thème science et vision du monde - projet « autour de la vision »

### Enseignement d'exploration

Ces documents peuvent être utilisés et modifiés librement dans le cadre des activités d'enseignement scolaire, hors exploitation commerciale.

Toute reproduction totale ou partielle à d'autres fins est soumise à une autorisation préalable du directeur général de l'Enseignement scolaire.

La violation de ces dispositions est passible des sanctions édictées à l'article L.335-2 du Code de la propriété intellectuelle.

25 août 2010  
(édition provisoire)

# THÈME : SCIENCE ET VISION DU MONDE

## Projet : autour de la vision des images et de la Terre

La vision joue un rôle essentiel dans notre perception du monde : formes, couleurs et mouvements sont des perceptions de notre cerveau. Les sujets d'étude abordés dans ce thème peuvent balayer de nombreux registres, depuis la construction mentale de notre représentation visuelle du monde jusqu'aux méthodes et outils spécifiquement liés à la nature de ce qui est observé.

Science et vision du monde	SVT	SPC	MATHS	SI
De la perception au traitement cérébral	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voir sans voir : sensibilité tactile des aveugles : le braille.</li> <li>- vision des animaux : colorée ou pas ; binoculaire ou pas ; spectre visible ; relation avec le mode de vie</li> <li>- observation de coupe de rétine, d'œil de différents animaux (oiseau nocturne et diurne...)</li> <li>- illusions d'optique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les illusions d'optique (effet stroboscopique..)</li> <li>- Réalisation de mirage (Expérience d'Archimède, rayon laser traversant de l'eau salée)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le braille</li> <li>- Géométrie et illusions d'optique</li> <li>- Symétries, projections et parcours d'un rayon lumineux.</li> <li><a href="#">Annexe 1 : les mirages</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conception d'une manette de commande à distance pour déplacer de manière intuitive un objet dans mon environnement visuel (<i>ex manette de jeu video</i>)</li> </ul>
Images fixes et mobiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perception du mouvement et de la couleur (traitement cérébral)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fonctionnement d'un appareil photo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- codage et compression d'une image.</li> <li>- représentations de l'espace et perspectives.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technologie des appareils : <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les capteurs (pixels)</li> <li>– Formation de l'image</li> <li>– Les formats d'image</li> <li>– Transformations, filtres</li> </ul> </li> <li>Stockage et protection des données</li> <li>Techniques de compression</li> </ul>

<p>Voir la Terre</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- évolution historique de la vision de la Terre</li> <li>- utilisation de radiomètre pour expliquer le fonctionnement des satellites.</li> <li>- lecture d'images satellitales (ex suivi calotte polaire, déforestation)</li> <li>utilisation de Mesurim ou Geopath et Google Earth.</li> <li>- approche et suivi des enveloppes fluides dans le temps et dans l'espace</li> <li>- suivi de pollutions</li> <li>- géo-localisation et suivi de populations animales.</li> <li>- lecture d'images de tomographie.</li> <li>- GPS et tectonique des plaques</li> <li>- élaborer un bulletin météo (<a href="#">Annexe 2</a>)</li> </ul>	<p>Fonctionnement des satellites : trajectoire, relation vitesse altitude. Types de satellites. Lancement des satellites (effet fronde)</p> <p>Ballon sonde : fonctionnement et poussée d'Archimède.</p> <p>Les ondes sismiques</p> <p>Relation pression température, volume de gaz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- repérages dans le plan et l'espace.</li> <li>- coordonnées polaires et cartésiennes.</li> <li>- triangulation.</li> <li>- courbes de niveau.</li> <li>- recherche des plus courtes distances dans un plan et sur une sphère.</li> </ul> <p>Échelles de mesure</p>	<p>Agriculture : lors de la récolte de céréales, un capteur de débit, associé à un GPS, permet de définir le rendement des différents secteurs d'une parcelle. On peut donc préparer très précisément les traitements et amendement du sol pour la récolte suivante .</p> <p>Fonctionnement du sismographe et de sondes météo.</p>
----------------------	--	---	--	--

## Ressources

Des images satellitaires pour l'Éducation : <http://www.educnet.education.fr/espace/satimg8.htm>

Quelques adresses de sites académiques traitant de l'observation de la Terre : <http://www.educnet.education.fr/obter/ressourc/sitesweb/web3.htm>

Des images satellitaires pour les disciplines : CNDP : <http://www.cndp.fr/archivage/valid/66012/66012-9433-11604.pdf>

Liens vers des ressources : SNV Jussieu <http://www.snv.jussieu.fr/vie/programmes/1premiereLliensex.htm>

La vision et le cerveau : INRP : <http://acces.inrp.fr/acces/ressources/neurosciences>

Lumières visibles – lumières invisibles : palais de la découverte : <http://www.palais-decouverte.fr/expos/lumiere2k5/ilot04I06.html>

## Ouvertures vers les métiers

Opticien, ophtalmologiste, orthoptiste, technicien en optique de précision, ingénieur opticien.  
Radiologue, manipulateur en électro-radiographie médicale, médecin spécialisé  
Ingénieur...  
Infographe, concepteur de jeux vidéo, animateur 2D/3D  
Bio informaticien  
Géophysicien, cartographe, géomètre topographe  
Astronome, astrophysicien,  
Météorologue, climatologue  
Militaire technicien de l'air

## Partenariats possibles :

Planétarium, observatoires, Forum des sciences  
Musées des sciences et de l'industrie  
CNES, Société astronomique de France  
IGN, BRGM  
Météo France  
Agence de l'eau

## Annexe 1 : les mirages

### **1 Introduction**

#### *1.1 Le problème*

Lorsque l'on observe un bâton plongé à moitié dans l'eau, on a l'impression de le voir se déformer. Les mirages dans le désert ou la vue de la Corse à partir de Nice (alors que la rotondité de la terre l'interdit) peuvent-ils s'expliquer ? Pourquoi sous certains angles la surface de l'eau agit-elle comme un miroir alors que sous d'autres, elle paraît transparente ? Pourquoi certaines personnes ne voient-elles pas de loin ?

Certaines expériences de la vie quotidienne montrent que notre vue nous trompe.

Toutes ces questions sont liées à la trajectoire d'un rayon lumineux passant d'un milieu dans un autre. L'objectif est de comprendre la réfraction afin d'expliquer certains phénomènes (mirages, myopie,...) et de comprendre certaines applications (lentilles, fibre optique,...)

#### *1.2 Les problématiques associées*

- Intervention des Sciences Physiques: nature de la lumière, vitesse de déplacement dans un milieu, principe de Fermat, indice d'un milieu,...
- Intervention des mathématiques: À partir du principe de Fermat, on peut retrouver la loi de Snell-Descartes (cf partie 2,3), puis manipuler cette formule afin de retrouver les cas où ont lieu la réfraction, la réflexion (partie 4).
- Intervention des Sciences-Physiques: À partir du principe de réfraction, construction de lentilles convergentes, divergentes, principe de fonctionnement de la fibre optique,...
- Intervention des SVT: mécanisme de la vision, rôle du cristallin, défauts de vision (myopie,...)  
...
- Intervention des Sciences-Physiques et des mathématiques: correction des défauts de visions
- Intervention des Sciences-Physiques et mathématiques: Variation de l'indice de l'air en fonction de la température et simulation à l'aide d'un tableur du trajet d'un rayon lumineux dans l'air où l'indice varie en fonction de la hauteur (explication des mirages, conditions) (partie 7)

## 2 Le problème du maître nageur

Imaginons un maître nageur situé sur la terre ferme en  $A$  et un baigneur dans une piscine en  $B$ . Le baigneur appelle soudain au secours. Il est clair que le maître nageur doit aller le plus rapidement possible en  $B$ . (Figure 1). Même les très bons nageurs, sont plus rapides à la course qu'à la nage et le trajet le plus rapide n'est pas celui de la plus petite distance.

Notre maître nageur courra donc tout droit, à la vitesse  $v_1 = 5 \text{ m.s}^{-1}$ , jusqu'à un certain point  $P$  à partir duquel il nagera, toujours tout droit, à la vitesse  $v_2 = 1 \text{ m.s}^{-1}$ , jusqu'en  $B$ .

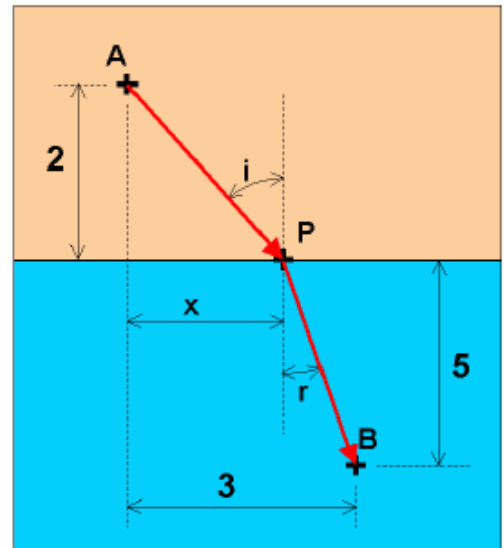
Peut-on minimiser le temps de trajet et trouver la position de  $P$  ?

En utilisant le théorème de Pythagore, on obtient facilement:

$$AP = \sqrt{x^2 + 4}$$

$$BP = \sqrt{(3-x)^2 + 25}$$

$$\text{Temps} = \frac{AP}{v_1} + \frac{BP}{v_2} = \frac{\sqrt{x^2 + 4}}{5} + \frac{\sqrt{(3-x)^2 + 25}}{1}$$



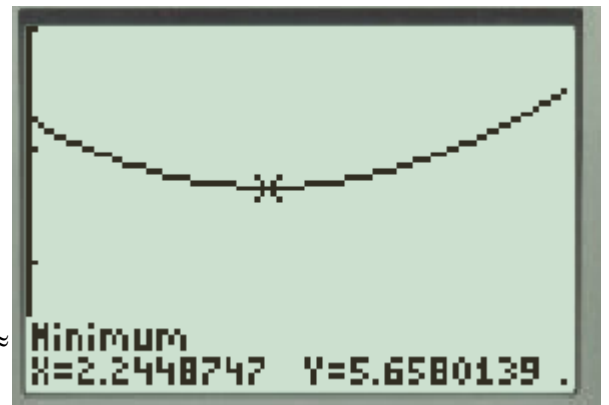
A l'aide d'une calculatrice en représentant la fonction

$f$  définie par  $f(x) = \frac{\sqrt{x^2 + 4}}{5} + \frac{\sqrt{(3-x)^2 + 25}}{1}$  et en

utilisant la fonction minimum de la calculatrice, on trouve  $x_p \approx 2,24$ .

On peut alors évaluer **Erreur ! Signet non défini.**

$$\sin(i) = \frac{x_p}{\sqrt{x_p^2 + 4}} \approx 0,75 \quad \text{et} \quad \sin(r) = \frac{3-x_p}{\sqrt{(3-x_p)^2 + 25}} \approx$$



puis faire constater que  $\frac{\sin(i)}{\sin(r)} \approx \frac{v_1}{v_2}$

On peut recommencer ces calculs pour différentes valeurs (distances ou/et vitesse) et faire constater

que dans chaque cas, on retrouve  $\frac{\sin(i)}{\sin(r)} \approx \frac{v_1}{v_2}$

Un élève de seconde ne peut pas obtenir directement la formule car il n'a pas à sa disposition l'outil calcul différentiel, mais on peut obtenir le résultat de façon empirique.

## 3 Loi de la réfraction

On étudie le trajet d'un rayon lumineux passant d'un milieu homogène à un autre. La vitesse de la lumière dépend du milieu.

Par exemple, dans le vide la vitesse de la lumière est  $c \approx 299\,792 \text{ km.s}^{-1}$  alors que dans l'eau elle est de  $225\,000 \text{ km.s}^{-1}$ .

On appelle indice de réfraction d'une substance transparente le rapport  $n = \frac{c}{v}$  où  $c$  est la vitesse de propagation dans le vide et  $v$  la vitesse de propagation dans le milieu étudié.

Les indices de réfraction sont toujours plus grand que 1, la lumière se propage toujours moins vite dans un milieu transparent que dans le vide; plus l'indice de réfraction est grand, plus la vitesse de propagation de la lumière est petite dans ce milieu.

Le principe de Fermat indique que les rayons lumineux suivent le chemin le plus court en durée de trajet pour aller d'un point à un autre. Considérons un milieu 1 d'indice  $n_1 = \frac{c}{v_1}$  et un milieu 2

d'indice  $n_2 = \frac{c}{v_2}$ . Un rayon lumineux incident traverse le milieu 1 puis passe dans le milieu 2. En

appliquant le principe de Fermat, on se retrouve à résoudre le problème du maître nageur.

L'élève peut alors retrouver la loi de Snell-Descartes à savoir  $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$ .

#### 4 Cas limite

Une fois la formule mathématique établie, on peut alors l'appliquer à différents exemples, et faire constater les cas limites :

Par exemple, si  $n_1 = 1,33$  (l'eau),  $n_2 = 1,0002$  (l'air à 20°C) et  $i=60^\circ$ , on obtient

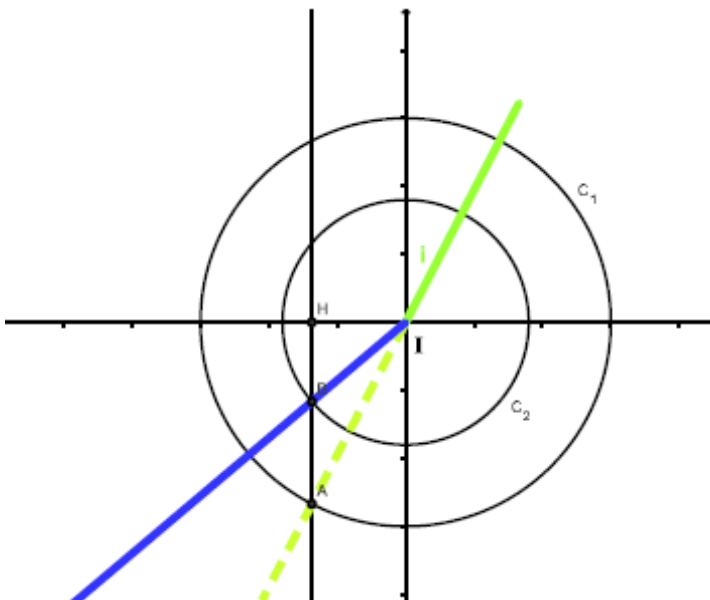
$\sin(r) = \frac{n_1}{n_2} \sin(60) \approx 1,15$  qui est une impossibilité. C'est la situation du poisson qui essaie de voir

le pêcheur.

Le professeur de physique pourra alors par des expériences montrer que dans ces cas, il n'y a plus réfraction mais réflexion.

L'élève pourra comprendre sur ces exemples l'intérêt d'avoir mathématiser le problème.

#### 5 Construction de Descartes



La relation de Snell-Descartes peut être traduite géométriquement. Ceci permet une construction géométrique simple (dite de Descartes) du rayon réfracté.

Cette construction repose sur le tracé des « cercles des indices ». On trace les deux cercles de rayon  $n_1$  et  $n_2$  centrés sur le point d'incidence  $I$ . Le rayon incident (en jaune provenant du milieu 1) est prolongé dans le milieu 2 et coupe le cercle 1 en un point  $A$  dont la projection  $H$  est telle que, par construction,  $IH = n_1 \sin(i)$ .

Pour satisfaire la relation de Snell-Descartes, le rayon réfracté doit couper le cercle 2 en un point  $B$  ayant même projection. Il suffit donc de prolonger la droite  $(AH)$  jusqu'à son intersection avec le cercle 2.

## 6 Variation de l'indice de réfraction de l'air

L'atmosphère est un milieu localement homogène.

Les mirages atmosphériques ont lieu lorsque les conditions atmosphériques créent d'importantes variations de la température  $T$  de l'air en fonction de l'altitude  $z$ .

Dans ces conditions, l'atmosphère peut être modélisé comme un milieu stratifié, constitué de nombreuses couches horizontales de températures différentes.

Par exemple, lorsqu'une route est chauffée par le soleil, le sol est très chaud et cette chaleur se diffuse : la température diminue rapidement quand on s'éloigne du sol.

Lorsque la température augmente la masse volumique de l'air est plus faible, et donc l'air chaud est moins dense.

Or, lorsque la densité d'un milieu gazeux diminue, on se rapproche des conditions du vide et donc l'indice de réfraction diminue.

On retiendra donc que plus la température augmente, plus l'indice de réfraction diminue.(cf loi de Gladstone)

## 7 Application à l'aide d'un tableur

En prenant un indice de réfraction variant en fonction de la hauteur au dessus du sol et en discrétisant par tranche de 1 mm par exemple, on peut construire à l'aide d'un tableur la trajectoire d'un rayon lumineux traversant une couche d'air hétérogène.

On peut alors sur ce modèle comprendre la formation des mirages et en modifiant les variations d'indice de réfraction, distinguer les différents types de mirage.

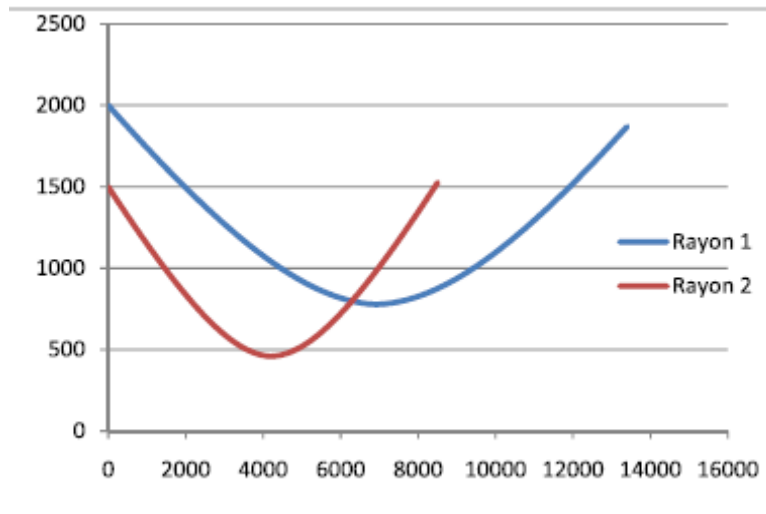
### 7.1 Mirage inférieur

Imaginons par exemple que l'indice varie en fonction de la hauteur  $n(h) = \frac{2h + 100}{h + 100}$  où  $h$  représente

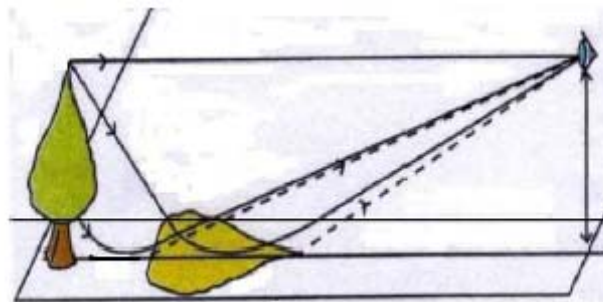
la hauteur de la couche d'air d'épaisseur 1 mm. A l'aide d'un tableur, on peut faire varier l'angle d'incidence et la hauteur initiale du rayon et calculer pour chaque couche d'air l'angle du rayon lumineux par rapport à la verticale ainsi que l'équation de la droite représentant la trajectoire du rayon lumineux dans la couche d'air de 1 mm.(cf ci-dessous)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				<b>Rayon 1</b>				
2				abscisse	hauteur	angle	indice	indice suivant
3		<b>Initialisation</b>		0	2000	75	1,95238095	1,952358266
4	rayon 1	hauteur	2000	3,73205081	1999	75,0024849	1,95235827	1,952335558
5		angle par rapport à la verticale en degré	75	7,46474916	1998	75,0049727	1,95233556	1,952312828
6				11,198096	1997	75,0074633	1,95231283	1,952290076
7	rayon 2	hauteur	1500	14,9320923	1996	75,0099567	1,95229008	1,952267303
8		angle par rapport à la verticale en degré	70	18,666739	1995	75,012453	1,9522673	1,952244508
9				22,402037	1994	75,0149521	1,95224451	1,952221691
10				26,1379873	1993	75,0174541	1,95222169	1,952198853
11				29,8745905	1992	75,0199589	1,95219885	1,952175992
12				33,6118487	1991	75,0224666	1,95217599	1,95215311
13				37,3497617	1990	75,0249772	1,95215311	1,952130206

On obtient une fonction affine par morceau représentant la trajectoire d'un rayon lumineux que l'on peut tracer à l'aide du tableur.(cf ci-dessous).



En faisant varier les hauteurs initiales, les angles initiaux et la fonction indice, on pourra constater dans certains cas l'inversion de l'image.(cf ci-dessous).



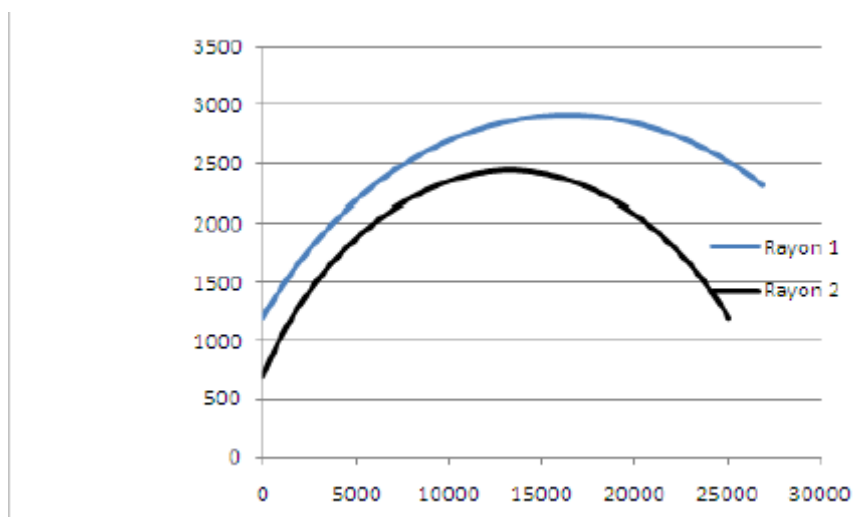


## 7.2 Mirage supérieur

Les mirages supérieurs sont dus aux mêmes raisons que les mirages inférieurs sauf qu'ici la température augmente quand on s'éloigne du sol, donc l'indice de réfraction diminue.

En utilisant le tableur, on peut obtenir les trajectoires suivantes d'un rayon lumineux. Ici l'indice est

$$n(h) = \frac{h + 195}{h + 100} \text{ où } h \text{ représente la hauteur de la couche d'air d'épaisseur } 1 \text{ mm.}$$



## Annexe 2 : la météorologie

Sujet	Objectifs	Supports, activités, productions...	Partenariats	Métiers
Voir la Terre	<p>Elaborer un bulletin météo</p> <p>Etudier un régime climatique local.</p> <p>Comprendre le fonctionnement de phénomènes météorologiques à partir d'exemples concrets et à différentes échelles (brise de mer, tempêtes...). Suivre leur évolution</p> <p>Envisager les impacts environnementaux (dispersion polluants...)</p>	<p>Utiliser une station météo.</p> <p>Utiliser des informations du réseau Météo à l'école</p> <p>Utilisation de ballons avec sondes et caméra embarquées</p> <p>Exploiter des images radar, satellitaires, des photos aériennes</p> <p>Exploiter des cartes (isobares, qualité de l'air...)</p>	Météo France CNES	Météorologue

*NB : cet exemple peut inclure une approche historique : prévisions réalisées par le passé à partir de l'observation des nuages (typologie).*