PARTIE I – La représentation et l'observation des mirages

A1

L'activité qui va se dérouler pendant la séance a pour but de vous faire réfléchir à la façon dont se construit le savoir scientifique. Il n'y a pas de mauvaises réponses il faut prendre part à la discussion, oser faire des propositions et poser des questions. Le thème est celui des mirages.
Pour chaque partie, recopier les questions posées lors des discussions, prendre des notes. Une synthèse personnelle sera rédigée en fin de séance.

1- A quoi ressemble un mirage ?

A2

Pour vous ?

→ Vous travaillez pour un éditeur de dictionnaires et l'on vous demande de proposer une définition du phénomène de mirage ainsi qu'une illustration. Faites une proposition de définition accompagnée d'une illustration. L'illustration sera faite sur une demi-feuille blanche en couleur et la définition écrite sur votre brouillon ensuite.

→ Discussion

B

Du XIX^{éme} à aujourd'hui ?

Les travaux de Descartes publiés en 1637 suffisent à expliquer le phénomène des mirages observé par ailleurs depuis l'antiquité. Pourtant ce n'est qu'autour de 1800 que, Gaspard Monge en France et William H. Wollaston en Angleterre publient les premiers écrits pour expliquer le phénomène.

→ Rechercher les évènements qui, d'après vous, ont suscité l'intérêt pour le phénomène des mirages autour de 1800.
→ Discussion

C

Comment décrire le phénomène ?

Voici deux textes décrivant le phénomène de mirage :

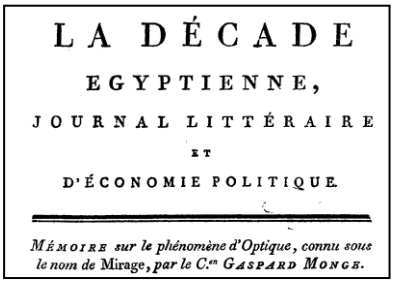
A) une description poétique d'un mirage publiée en 1828 par deux poètes marseillais :

« Voilà que le Désert, aux voyageurs surpris,
Déroule à l'Orient de fortunés abris ;
Une immense oasis, dans les vapeurs lointaines,
Avec ses frais vallons, ses humides fontaines,
Son lac étincelant, ses berceaux de jasmin,
Surgit à l'horizon du sablonneux chemin.
Salut ! belle oasis, île de fleurs semée,
Vase toujours chargé des parfums d'Idumée !
Cette nuit, Bonaparte et ses soldats errans
Fouleront les sentiers de tes bois odorans,
Et sur les bords fleuris de tes fraîches cascades,
Sous la nef des palmiers aux mouvantes arcades,
Dans le joyeux bivouac qui doit les réunir,
Des tourmens du Désert perdront le souvenir.
Doux rêve de bonheur ! l'oasis diaphane,
Fantôme aérien, trompe la caravane ;
Les crédules soldats, qu'un prestige séduit,
Vers le but qui s'éloigne errent jusqu'à la nuit.
Alors, comme un jardin qu'une fée inconnue
De sa baguette d'or dissipe dans la nue,
L'île miraculeuse aux ombrages trompeurs
Se détache du sol en subtiles vapeurs,
Disperse en variant leurs formes fantastiques,
Ses contours onduleux, ses verdoyans portiques,
Et des yeux fascinés trompant le fol espoir,
Mêle ses vains débris aux nuages du soir.
Ils sont tous retombés sur leur lit d'agonie ;
Tous reprochent au ciel sa poignante ironie,
Et muets de stupeur, d'un œil désenchanté,
Contemplent du Désert la pâle nudité. »

A.Barthélémy et J. Méry, 1828

© IREM de Montpellier – octobre 2009

B) un extrait de la publication de G. Monge :


LA DÉCADE
EGYPTIENNE,
JOURNAL LITTÉRAIRE
ET
D'ÉCONOMIE POLITIQUE.

MÉMOIRE sur le phénomène d'Optique, connu sous le nom de Mirage, par le C.en GASPARD MONGE.

« Le soir et le matin, l'aspect du terrain est tel qu'il doit être; et entre vous et les derniers villages qui s'offrent à votre vue vous n'apercevez que la terre; mais dès que la surface du sol est suffisamment échauffée par la présence du soleil, et jusqu'à ce que, vers le soir, elle commence à se refroidir, le terrain ne parait plus avoir la même extension, et il parait terminé à une lieue environ par une inondation générale. Les villages qui sont placés au delà de cette distance paraissent comme des îles situées au milieu d'un grand lac, et dont on serait séparé par une étendue d'eau plus ou moins considérable. Sous chacun des villages on voit son image renversée, telle qu'on la verrait effectivement, s'il y avait en avant une surface d'eau réfléchissante : seulement, comme cette image est à une assez grande distance, les petits détails échappent à la vue, et l'on ne voit distinctement que les masses ; d'ailleurs les bords de l'image renversée sont un peu incertains, et tels qu'ils seraient dans le cas d'une eau réfléchissante, si la surface de l'eau était un peu agitée.
A mesure qu'on approche d'un village qui parait placé dans l'inondation, le bord de l'eau apparente s'éloigne ; le bras de mer qui semblait vous séparer du village se rétrécit : il disparait enfin entièrement, et le phénomène qui cesse pour ce village se reproduit sur-le-champ pour un nouveau village que vous découvrez derrière à une distance convenable. »

→ Quel est selon vous le texte qui décrit le mieux le phénomène ?
→Discussion

<u>La proposition du professeur :</u>
Pour illustrer le phénomène des mirages le professeur propose la photo ci-dessous. A-t-il fait ce choix par hasard ?
→ Discussion

D

E

→ Quelle définition peut-on proposer pour le mot « mirage » ?

© IREM de Montpellier – octobre 2009

F

2- Qu'est-ce qu'une bonne observation ?

Trois personnes se trouvent confrontées à un mirage en plein désert et l'observent.
En lisant leurs propos, essayer de découvrir laquelle réalise chacune des observations :
peintre / poète / soldat de Napoléon

A) « Oh que c'est impressionnant ! Observons l'effet que cela produit en moi : On se croirait dans un songe, comme si le paysage se mettait à vivre et cherchait à m'attirer par un sortilège fascinant »

B) « Est-ce un frais oasis au loin où je pourrai de me désaltérer ? Observons les indices de la présence d'eau : le reflet s'éloigne lorsque je m'avance, le sol semble aussi arride au loin qu'ici, et je vois des chameaux marchant sur l'eau ! »

C) « Que c'est beau ! Observons toutes ces nuances de couleurs et ces contours flous et dansants et cette brillance extraordinaire …».

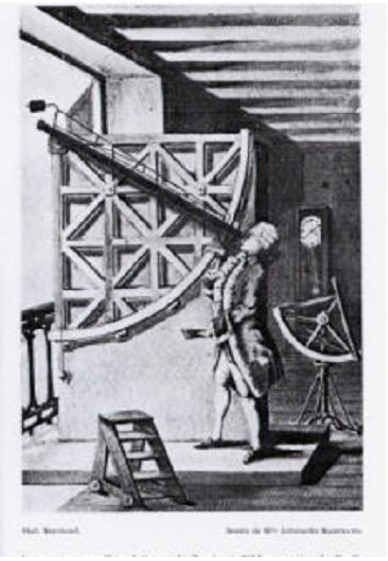
→ Quelle est la meilleure observation selon vous ?
→ Discussion

G

Jean-Baptiste Biot (1774 - 1862) est un physicien, astronome et mathématicien français. Il a montré comment déterminer par le calcul les trajets suivis par la lumière lors des mirages. Pour ce faire, il a utilisé les observations recensées et réalisées en divers endroits du globe et diverses circonstances. L'exposé de ses travaux commence par le rappel des observations qui lui ont été plus ou moins utiles.

Voici le commentaire que Biot fait de l'observation rapportée par M. Vince :

Il est fâcheux que M. Vince se soit contenté d'observer ces curieux phénomènes avec le télescope sans les mesurer, sans prendre, avec des instrumens, la dépression des images et celles de l'horizon de la mer.



H

Puis les louanges qu'il adresse à un autre observateur M. de Humboldt :

M. de Humboldt, à qui aucun genre de recherches n'échappe parmi celles qui sont utiles aux sciences, a fait aussi des observations de suspension et de mirage pendant son voyage aux Tropiques; mais habitué à connoître le prix des données exactes, il ne s'est pas contenté d'une simple description. Il a mesuré les dépressions des objets et celles de l'horizon de la mer avec un quart de cercle de Bird bien rectifié. Il a noté soigneusement la température et toutes les circonstances météorologiques; enfin, ce qui est le talent d'un bon observateur, quoiqu'il ne connût pas la théorie mathématique de ces faits, il n'a rien omis de ce qui pouvoit servir à l'établir ou à la vérifier. Aussi ces observations qu'il a bien voulu me communiquer m'ont-elles été fort utiles.

→ Quel adjectif qualifierait le mieux le type d'observations recherchées par M. Biot pour ses travaux ?
→ Quelles sont les caractéristiques d'une « bonne » observation selon lui ? Justifier en citant les textes.
→ Les observations de M. de Humboldt sont-elles « bonnes » pour le peintre ?
→ Discussion

Relisez les questions consignées ainsi que les notes prises lors des discussions et rédigez quelques lignes pour expliquer ce que la séance vous a apporté.

© IREM de Montpellier – octobre 2009

PARTIE II – Comment expliquer les mirages ?

1- Les lois de Descartes

A

Eléments théoriques :

Pour expliquer le phénomène des mirages G. Monge a utilisé les lois de Descartes et le fait que l'air au-dessus d'un sol surchauffé ne peut pas être considéré comme un milieu homogène.

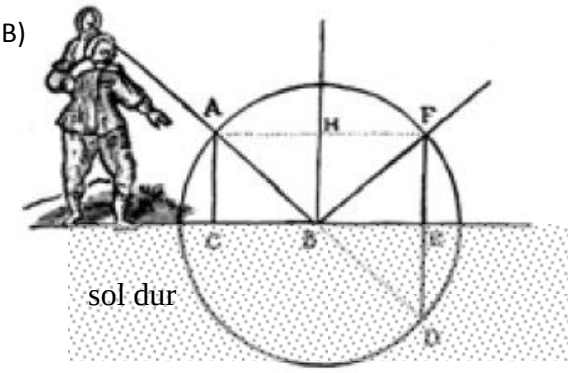
- Les lois de Descartes par Descartes :

René Descartes publie "La dioptrique" en 1637. Il y expose le moyen de déterminer les directions des rayons lumineux lorsqu'ils subissent des réflexions ou des réfractions. Il considère pour cela que la lumière se comporte comme une balle frappée par une raquette et rencontrant différents surfaces (sol dur, surface d'un lac…).

→ Voici trois extraits (un texte (A) et deux schémas (B) et (C) de la publication originale de Descartes. Associer un énoncé moderne à chacun des extraits :

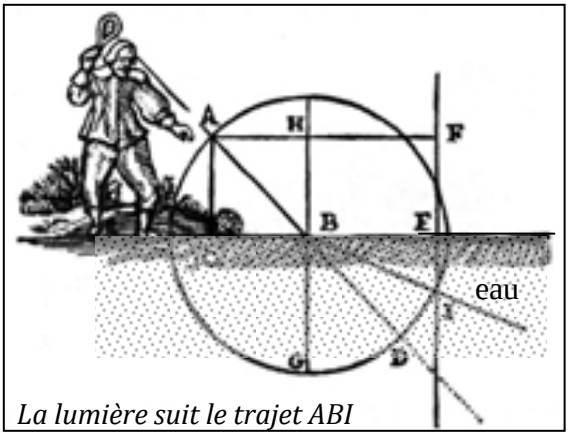
A) *"Au reste, ces rayons doivent bien être ainsi toujours imaginés exactement droits, lorsqu'ils ne passent que par un seul corps transparent, qui est partout égal à soi-même : mais, lorsqu'ils rencontrent quelques autres corps, ils sont sujets à être détournés par eux."*

B)



la lumière suit le trajet ABF

C)



La lumière suit le trajet ABI

→ La lumière se comporte-t-elle comme une balle, d'après vous ?

2- Phénomène de réflexion totale

B_1

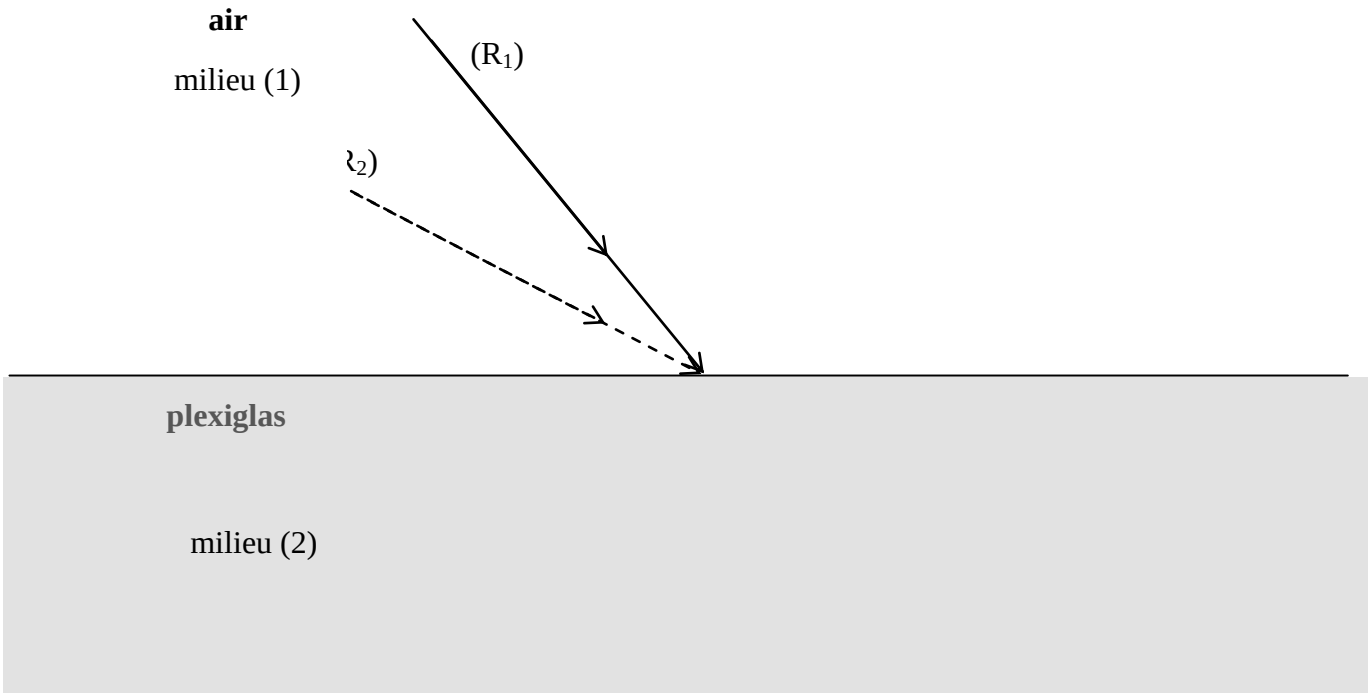
Descartes évoque aussi le cas où la lumière passe d'un milieu transparent à un milieu transparent moins dense, de l'eau vers l'air par exemple. Que se passe-t-il alors ?

Détermination expérimentale de la marche des rayons

- de l'air vers le plexiglas

En utilisant la lanterne et le demi-cylindre de plexiglas posés directement sur la feuille, déterminer les directions des rayons réfractés correspondant aux rayons incidents représentés. Appeler le professeur pour vérification.

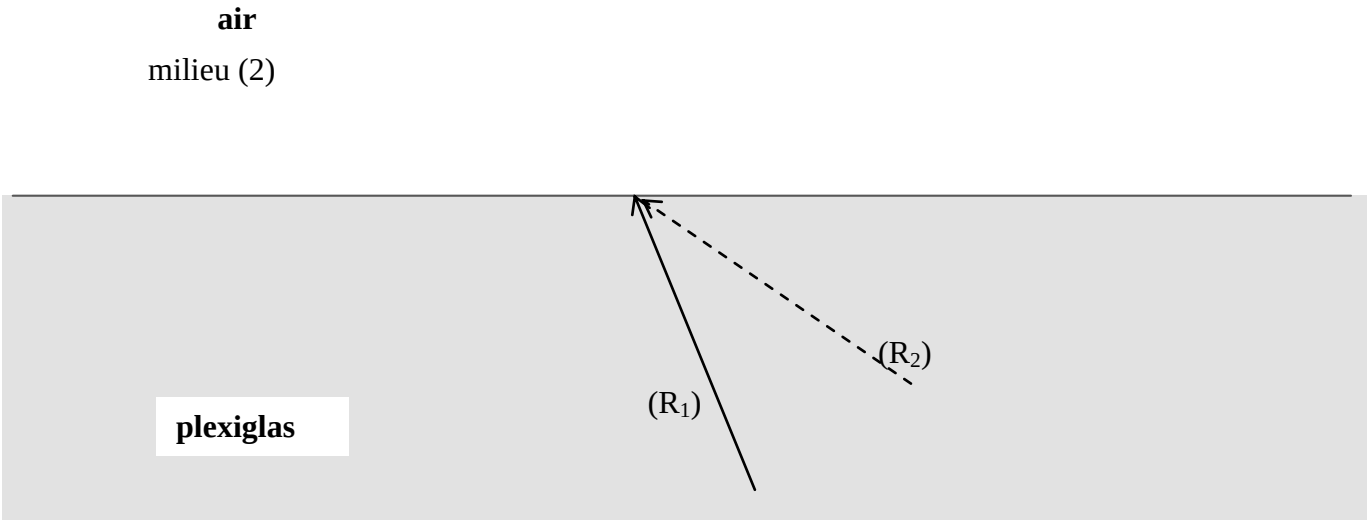
© IREM de Montpellier – octobre 2009



B2

- du plexiglas vers l'air

Procéder comme précédemment et notez vos observations. Appelez pour vérification.



→ notez vos observations

B3

<u>Etude du phénomène de réflexion totale</u>

Le phénomène observé lorsque la lumière passe dans un milieu moins réfringent ($n_2<n_1$) est appelé réflexion totale. Réaliser les manipulations qui vous permettent, selon vous, d'étudier cette réflexion totale.
Vous noterez vos <u>observations</u> et vos conclusions sur transparents pour ensuite les exposer à l'ensemble de la classe.

© IREM de Montpellier – octobre 2009

C

L'interprétation de Monge :

Monge écrit :

> Ainsi, vers le milieu du jour, et pendant la grande ardeur du soleil, la couche de l'athmosphère qui est en contact avec le sol est d'une densité sensiblement moindre que les couches qui reposent immédiatement sur elle.

L'apport de Monge est de considérer que l'air n'est pas un milieu homogène. L'air est en effet plus chaud près du sol, donc moins dense et par conséquent d'indice optique n plus petit.
On peut donc modéliser le milieu de propagation par deux couches d'air :
Une couche d'air de quelques cm près du sol et d'indice plus faible que le reste du milieu considéré comme homogène en première approximation.

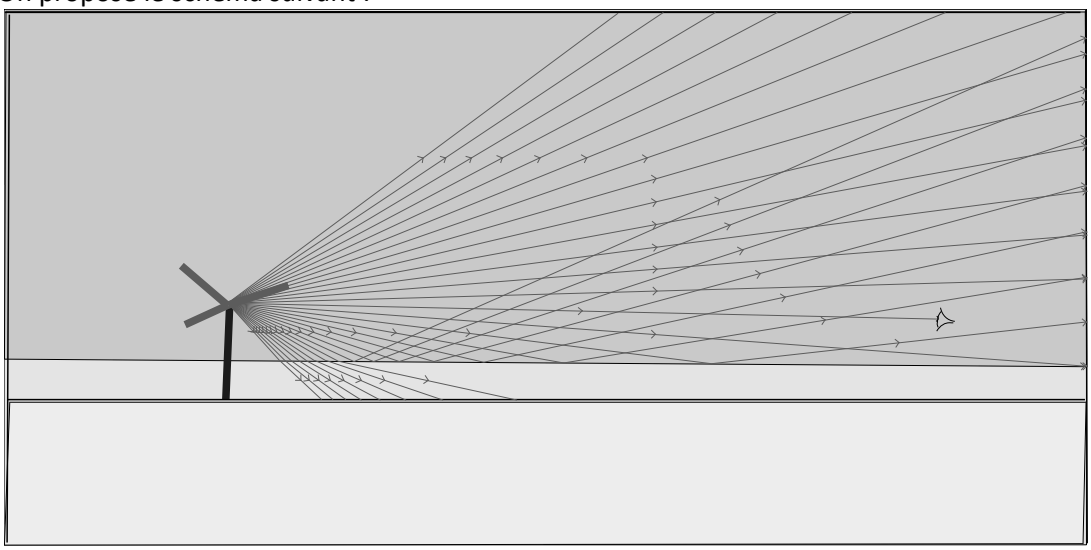
Pourquoi Descartes n'a-t-il pas interpréter le phénomène des mirages ?

Descartes écrivait ceci :
« Et il se peut aussi trouver certains cas, auxquels les rayons se doivent courber, encore qu'ils ne passent que par un seul corps transparent, (...) mais je n'ai tâché que d'expliquer celles qui faisaient le plus à mon sujet. »
Il n a pas cherché à interpréter le phénomène des mirages, pourquoi selon vous ?

→ par groupe de 4 proposer un schéma permettant d'expliquer le phénomène des mirages. Le schéma comportera un objet (palmier par exemple), un observateur, les couches d'air et les rayons lumineux issus de l'objet. Le schéma sera réalisé sur transparent pour être discuté par l'ensemble de la classe.

D

On propose le schéma suivant :



→ Que représentent les différents éléments de ce schéma ?
→ Interpréter le phénomène des mirages en vous appuyant sur le schéma.
→ Indiquer quelques positions de l'œil de l'observateur permettant d'observer le mirage. Le mirage est il visible quelle que soit la distance à l'objet ?
→ Quelles observations ce schéma ne permet-il pas d'interpréter ?

E

Relisez les questions consignées ainsi que les notes prises lors des discussions et rédigez quelques lignes pour expliquer ce que la séance vous a apporté.

© IREM de Montpellier – octobre 2009