

N° Fiche : 3 (à l'enseignant)

Difficulté : dur Durée : 30'

Niveau : lycée, classe de 2^{nde}

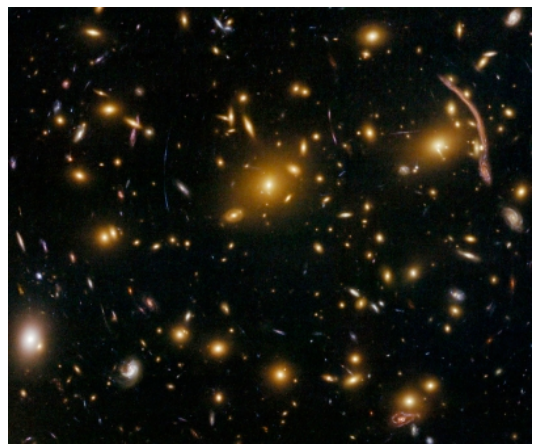
Les mirages gravitationnels

► La Question qui tue :

Observe-t-on des illusions ?

► Présentation :

L'idée est de faire une analogie entre la réfraction vue en classe avec la loi de Descartes et la déviation des rayons par les lentilles gravitationnelles.



Photographie d'un mirage (arc) gravitationnel dans un amas de galaxies, prise par le satellite Hubble.

► Réf. texte lié

Le texte présentant les mirages gravitationnels est sur le site de la cité des sciences de la Villette, dont l'adresse précise est indiquée à la rubrique Ressources et liens.

❖ Références au programme

2^{nde} - Thème : L'Univers - 'Une première présentation de l'Univers'

❖ Notions et Compétences

- Connaître le modèle du rayon lumineux se propageant en ligne droite dans un milieu homogène.
- Comprendre l'influence des propriétés du milieu de propagation.
- Comprendre l'origine de la déviation du rayon lors de la réfraction.

❖ Compétences transversales

- Culture scientifique sur les phénomènes astronomiques et les phénomènes se passant dans l'atmosphère terrestre.
- Savoir extraire des informations d'un document donné.
- Faire des recherches sur internet.

❖ Prérequis

- Avoir vu le modèle du rayon lumineux se propageant en ligne droite, avec le laser par exemple.
- Avoir étudié la loi de Descartes sur la réfraction.

❖ Matériel

- Le document présentant les lentilles gravitationnelles.
- Accès à internet pour les recherches libres.

❖ Ressources et liens

→ Le document présentant les lentilles gravitationnelles, sur le site de la cité des sciences de la Villette : http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/magazine/article.php?id_mag=1&lang=fr&id_article=1893

❖ Mots-clefs

Réfraction, Descartes, milieu de propagation, angle, mirage, milieu homogène.

❖ Scénario

Idéal pour conclure la séquence sur la réfraction et valider des acquis.

Recherches à faire en petits groupes de 2 ou 3, chez soi et bilan en classe entière ; ou en fin de séance de TP, par exemple si le TP dure 2h ! Puis compte-rendu en fin de séance.

Présentation du phénomène de lentilles gravitationnelles, à l'aide du texte du site de la cité des sciences précisé dans "Ressources et liens". Ne pas hésiter à agrandir les images pour lire la légende.

Puis donner un certain nombre d'interrogations que voici, qui doivent susciter réflexion, recherche, et discussions.

1) Faire relever les analogies et différences avec la réfraction d'un rayon lumineux vue en TP.

↳ Similitude : le rayon est dévié.

Différence : la déviation est continue, alors qu'en TP elle était brutale et unique, à l'interface des deux milieux.

2) Existe-t-il d'autres phénomènes sur Terre où la déviation du rayon lumineux est continue ?

Aide : Le mot clé utile se trouve dans le texte proposé, mais dans un contexte différent !

↳ Oui, les mirages, dans les déserts ou sur les mers chauffées.

3) Donc quel est le fait commun sur les propriétés des milieux qui est à l'origine de la déviation continue du rayon lumineux ?

↳ Le fait qu'une caractéristique du milieu varie continument.

Sur Terre, pour les mirages, c'est la température de l'atmosphère qui varie rapidement en fonction de l'altitude, faisant varier de même l'indice du milieu, et donc l'angle de réfraction.

Dans l'espace, c'est la courbure de l'espace même qui varie en fonction de la quantité de masse présente.

Rq: Cette courbure de l'espace est difficile à appréhender dans l'espace 3D ; on se la représente mieux en prenant un espace 2D comme une feuille ou un morceau de tissu, car la courbure a lieu dans une dimension supplémentaire.

4) Comment pourrait-on recréer une variation d'indice du milieu avec les moyens de la vie quotidienne, sans faire intervenir la température ?

Aide : Réfléchissez à une caractéristique du milieu que vous pourriez faire varier.

Vous pouvez utiliser vos compétences chimiques.

Une fois les conditions recréées, elles doivent pouvoir dévier un rayon laser de sa ligne droite.

↳ En faisant varier une propriété du milieu, autre que la température, comme la concentration d'une espèce chimique, le sel dans une cuve d'eau, par exemple.

Puis lorsqu'un groupe a trouvé cet exemple, on peut réaliser l'expérience au bureau.

5) Pourriez-vous trouver des exemples de la vie courante ou astronomique pour lesquels la réfraction par un milieu continument variable est utile ?

(On connaît l'exemple classique du mirage d'une oasis dans le désert quand on a soif ! mirage peu utile !)

↳ La Lune rousse : le fait que la Lune soit légèrement visible lors d'une éclipse de Lune, avec une couleur rousse, grâce aux rayons du Soleil qui l'atteignent suite à la réfraction courbe par l'atmosphère terrestre. L'indice de l'atmosphère varie à cause de la densité en particules qui dépend de l'altitude.

6) Recherchez dans le document de départ l'utilité des lentilles gravitationnelles et des mirages qu'elles produisent.

↳ Ces mirages donnent une image amplifiée, plus lumineuse d'objets célestes trop lointains et donc invisibles sans cette aide !

❖ Interdisciplinarité

- Chimie : Faire le lien avec une solution homogène.

Remarque : En chimie, une solution hétérogène se repère facilement s'il y a deux phases distinctes, chacune étant homogène ! ; cas qui correspond au TP réalisé pour la loi de Descartes.

- Maths : Qu'est-ce qui définit l'espace Euclidien, dont la courbure est nulle ?

↳ Le fait que la somme des angles d'un triangle fasse 180°.

Ce n'est pas le cas sur une sphère, telle une mappemonde !