LES MIRAGES

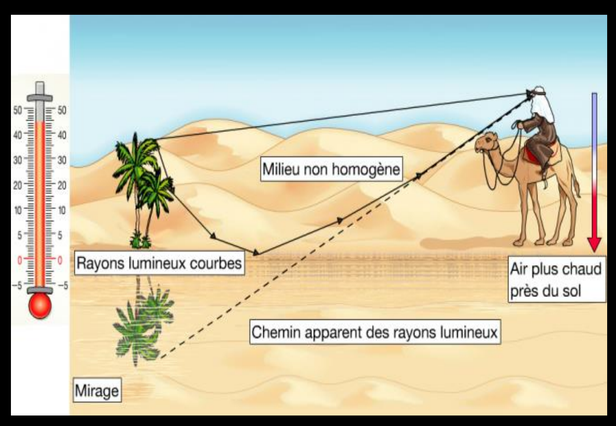
Christophe Daussy et Sébastien Forget

Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, Laboratoire de Physique des Lasers
93430 Villetaneuse, France

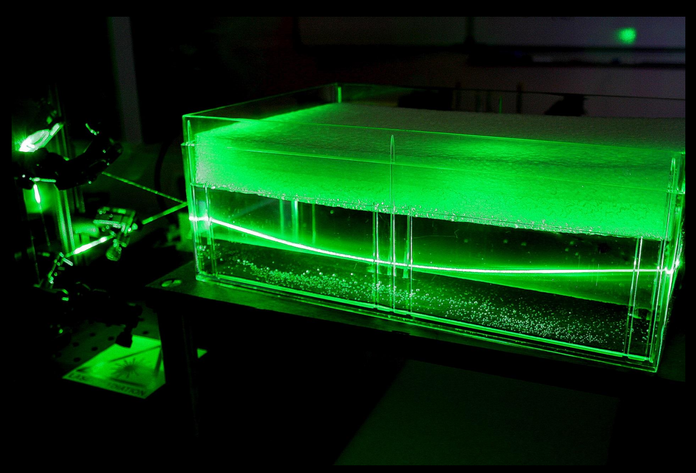
L'effet mirage, c'est quoi?

Les mirages sont des phénomènes optiques extrêmement courants et parfois spectaculaires. Leur explication physique est très simple, puisqu'elle fait essentiellement intervenir **les lois de la réfraction.**

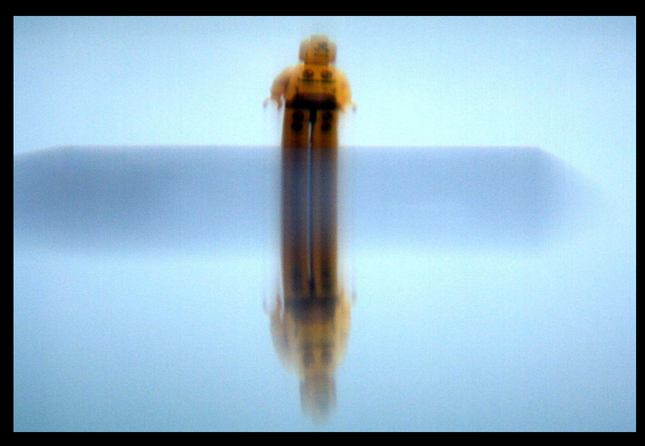
Prenons le cas le plus classique: une route surchauffée en été. La route, sombre, absorbe le rayonnement solaire et devient rapidement très chaude. L'air situé à proximité du bitume chauffe également et sa température décroît lorsqu'on s'éloigne du sol. L'indice de réfraction dépend de la température de l'air: plus l'air est chaud, plus son indice est faible. Par conséquent, au-dessus de la route, on observe un **gradient d'indice** avec des indices faibles près du sol et des indices de plus en plus élevés lorsqu'on monte et que la température diminue.
Suivons maintenant un rayon lumineux provenant d'un nuage (ou d'un bout du ciel) et se dirigeant vers la route. Au fur et à mesure que ce rayon se rapproche du sol, il rencontre des indices de plus en plus faibles. Or on sait (lois de Descartes) que lors du passage d'un milieu à fort indice vers un milieu à faible indice, un rayon lumineux à tendance à s'éloigner de la normale à ces deux milieux. Si on imagine l'air découpé en tranches très fines parallèles au sol (dans chaque tranche l'indice est constant), Il est alors facile de se rendre compte que le rayon va se redresser au fur et à mesure qu'il descend vers le sol (jusqu'à être quasiment parallèle au sol). Le rayon va finalement repartir vers le haut (sans avoir touché le sol) pour finalement venir taper l'œil de l'observateur (voir dessin).

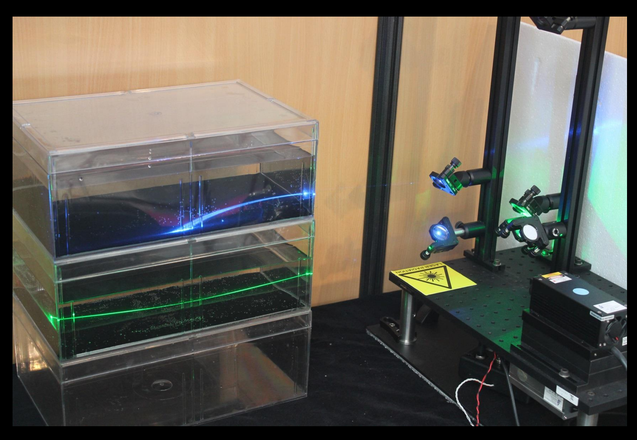


Réaliser un mirage inférieur (ou mirage chaud)



Il suffit de réaliser un gradient d'indice en utilisant 2 liquides, par exemple de l'eau (indice 1,33) et de l'éthanol (indice 1,36).
Verser l'eau au fond du bac puis ensuite ajouter très doucement l'éthanol (en évitant que les deux liquides ne se mélangent). L'éthanol, moins dense que l'eau, restera naturellement dans la partie supérieur du milieu liquide.
L'indice de réfraction de l'eau (au fond du bac) est inférieur à l'indice de l'éthanol (en haut du bac) : on peut ainsi réaliser un mirage « inférieur".
Pour le visualiser, on peut directement observer un objet à travers ce milieu liquide. On peut également envoyer un faisceau laser dans la cuve et d'observer sa courbure, vers le haut (voir photo).



Réaliser un mirage supérieur (ou mirage froid)

Il faut cette fois-ci réaliser un gradient tel que l'indice le plus élevé soit en bas et l'indice le plus faible soit en haut. Pour cela, la façon la plus simple est de dissoudre du sucre dans un grand bac d'eau puis d'ajouter ensuite très lentement de l'eau pure. L'eau, moins dense que l'eau saturée en sucre, restera naturellement dans la partie supérieur du milieu liquide.
L'indice de réfraction de l'eau sucrée au fond du bac (1,48) est supérieur à l'indice de l'eau pure en haut du bac (1,33) : on peut ainsi réaliser un mirage "supérieur".
Pour le visualiser, il suffit encore une fois d'envoyer un faisceau laser (bleu sur la photo de droite) dans la cuve et d'observer sa courbure, vers le bas.