

Spectaculaires arcs en ciel

[René Moreau](#), Professeur émérite à Grenoble-INP, laboratoire SIMAP/EPM, et
[Elie Belorizky](#), ancien Professeur à l'université Joseph Fourier, Grenoble, laboratoire LIPhy



Figure 1. Arcs en ciel primaire et secondaire au-dessus du parc Paul Mistral à Grenoble le 5 avril 2012, d'après *L'air et l'eau*, 2013, EDP Sciences [Source : © EDP sciences].

Après une assez forte pluie, dans un ciel encore chargé en fines **gouttelettes**, du côté opposé au Soleil qui vient de réapparaître, des arcs en ciel analogues à ceux de la photographie jointe (Figure 1) sont souvent visibles. Les jets pulvérisés en fines gouttelettes utilisés par les jardiniers pour arroser leurs plantes produisent également ces magnifiques arcs colorés. De même, en bord de mer, on voit des arcs en ciel dans les embruns au-dessus des vagues qui explosent sur des côtes rocheuses.

Ce phénomène est dû à la **réfraction de la lumière**, expression qui désigne la déviation des rayons lumineux au passage d'une interface entre deux milieux, comme l'air et l'eau. C'est ce phénomène de réfraction qui explique qu'un bâton droit apparaisse cassé lorsqu'il pénètre dans l'eau. Cette déflexion de la lumière est fonction de la longueur d'onde, c'est à dire de la couleur. Il s'agit d'un phénomène dispersif souvent mis en évidence par **un prisme** qui décompose la lumière blanche en diverses longueurs d'ondes ou couleurs, et que l'on peut observer derrière le bord d'une vitre ou d'un tesson de verre.

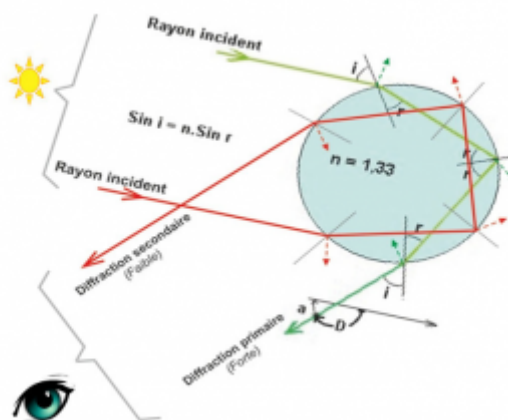


Figure 2. Trajets des rayons responsables de l'arc primaire (vert pâle) et secondaire (rouge).

De quoi s'agit-il ? Considérons un rayon de lumière blanche qui pénètre dans une goutte d'eau sphérique. Il est dévié lorsqu'il subit une première réfraction à travers l'interface air/eau (Figure 2). Le rayon atteint ensuite la face arrière de la goutte, où il est partiellement réfléchi. La fraction ainsi réfléchie revient donc vers la face avant et traverse à nouveau l'interface eau/air en subissant une deuxième réfraction, accompagnée d'une atténuation puisque une partie de ce rayon est réfléchi vers l'intérieur de la goutte. La théorie de ces deux réfractions, séparées par une réflexion, permet de montrer que le rayon parvenu à l'œil de l'observateur provient de gouttelettes situées sur la surface latérale d'un cône, dont l'axe est la ligne droite allant du Soleil à l'œil de l'observateur (Figure 3), et dont le demi-angle au sommet varie faiblement autour de 41° suivant la longueur d'onde, c'est à dire suivant la couleur : 40° pour le bleu que l'on voit à l'intérieur du cône, 42° pour le rouge que l'on voit à l'extérieur. Point important : ces angles sont indépendants de la taille de la goutte si celle-ci est bien sphérique, ce qui requiert qu'elle soit assez petite pour que la force de capillarité, ou tension superficielle, soit prépondérante par rapport au poids et au frottement de l'air ambiant.

L'arc secondaire, concentrique du premier, plus flou et situé à l'extérieur de l'arc primaire, est dû à une seconde réflexion du rayon lumineux (Figure 2) sur le chemin de son retour vers la face avant, qu'il traverse en subissant sa deuxième réfraction. Cette goutte qui a donc produit deux réflexions et deux réfractions est alors située sur un cône dont le demi-angle varie entre 50° pour le rouge (intérieur du cône) et 53° pour le bleu (extérieur du cône). L'observateur attentif peut distinguer ces deux arcs en ciel concentriques, et remarquer l'inversion de l'ordre des couleurs entre eux due à une réflexion supplémentaire (Figures 1 et 3). Le fait que l'arc secondaire soit systématiquement moins net que l'arc primaire est dû aux quatre prélèvements d'énergie qu'il a subis, lors de ses réfractions et réflexions, au lieu de trois pour l'arc primaire. C'est à René Descartes (1596-1650) que l'on doit la première explication des arcs en ciel.

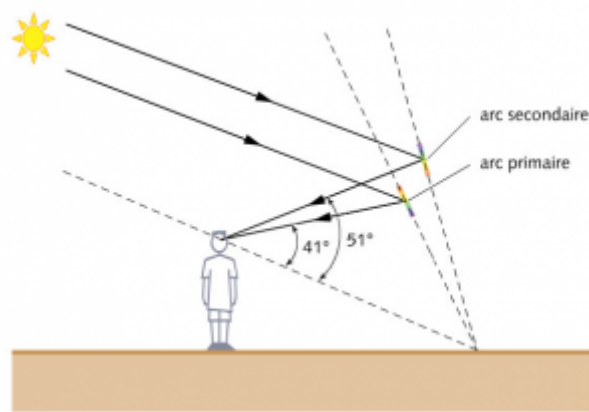


Figure 3. Positions respectives du Soleil, de l'observateur et des arcs primaire et secondaire, d'après L'air et l'eau, 2013, EDP Sciences [source : © EDP sciences]

L'Encyclopédie de l'environnement est publiée par l'Université Grenoble Alpes.

Les articles de l'Encyclopédie de l'environnement sont mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.
