



Queste de savoir

Somewhere over the rainbow

22 mars 2019

Table des matières

1.	Introduction	1
2.	Les arcs-en-ciel : la base	1
3.	Les cercles-en-ciel	2
4.	Les arcs-en-ciel doubles	3
5.	Les arcs-en-ciel surnuméraires	3
6.	Conclusion	4
7.	Sources, liens pour aller plus loin :	4
8.	Anecdote bonus :	4

% SOMEWHERE OVER THE RAINBOW % melepe % 16 janvier 2018

1. Introduction

Après la pluie, le beau temps. Et parfois, un arc-en-ciel. Ce phénomène naturel est toujours joli à observer, surtout quand la vue est dégagée. Mais finalement, qu'est-ce qui cause les arcs-en-ciel, et qu'y a-t-il de rigolo à apprendre à leur sujet ? Entrez dans le monde merveilleux de l'optique, des cercles-en-ciel, et des arcs-en-ciel surnuméraires.

2. Les arcs-en-ciel : la base

Comme vous le savez peut-être, lorsque la lumière change de milieu (par exemple, passe de l'air à l'eau), alors elle peut changer de direction¹ : c'est la **réfraction**, et c'est ça qui donne l'illusion que les crayons se tordent quand on en plonge une partie dans l'eau.

Mais ce n'est pas tout ! Toutes les couleurs ne sont pas réfractées de la même manière : c'est dû au fait que chaque couleur est caractérisée par une longueur d'onde particulière, et que chaque longueur d'onde est impactée différemment par le changement de milieu. Et quand un rayon de soleil entre dans une goutte d'eau, ça disperse complètement les couleurs.

3. Les cercles-en-ciel

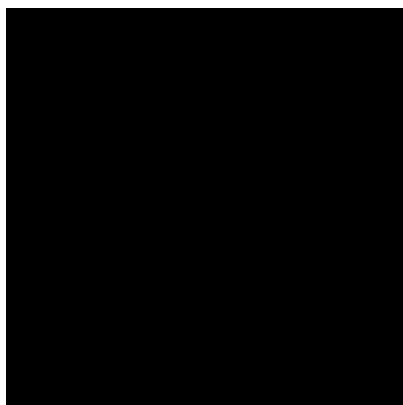


FIGURE 2. – À gauche, le crayon apparaît déformé à cause de la réfraction. À droite, de la lumière blanche entre dans une goutte d'eau, et un arc-en-ciel en sort. © B. Mollier et CC-BY-SA Ikar.us

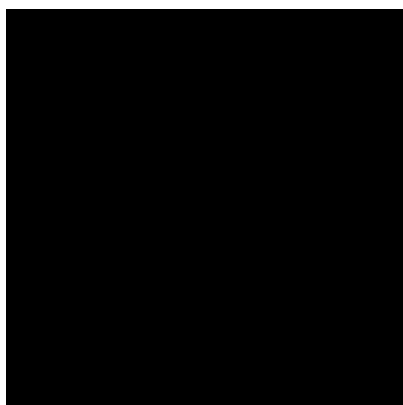
Dans l'image de droite, un rayon de soleil entre dans la goutte d'eau. La lumière blanche, qui est en fait composée de rayons de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel, est réfractée en rentrant dans la goutte : chaque couleur suit sa route, puis est réfléchi au bout de la goutte, avant de sortir et de subir une nouvelle réfraction.

Si l'on fait le calcul, on s'aperçoit que pour chaque couleur, il existe un angle critique de déviation, c'est-à-dire un angle soleil-goutte-observateur tel que la lumière est majoritairement renvoyée dans cette direction. Pour le bleu, l'angle critique est d'environ 40.2° ; pour le rouge, il est de 42.4° environ. Autrement dit, pour observer un arc-en-ciel, il faut nécessairement tourner le dos au soleil, et l'angle soleil-gouttes-observateur doit être d'environ 42° .

Les plus observateurs d'entre vous remarqueront que pour cette raison, les arcs-en-ciel sont forcément des portions de cercle.

3. Les cercles-en-ciel

Mais ce n'est pas tout ! Si l'on est chanceux quand on prend l'avion, on peut alors observer un arc-en-ciel complet, qui forme donc un cercle, on parle alors de *cercle-en-ciel* :



1. Suivant des principes bien précis, en l'occurrence les [lois de Snell-Descartes](#) [↗](#) .

4. Les arcs-en-ciel doubles

FIGURE 3. – À gauche, toutes les gouttes d'eau qui font un certain angle entre nous et le soleil participent à l'arc-en-ciel. À droite, un cercle-en-ciel. © ENS Lyon et © Galen & Barbara Rowell

4. Les arcs-en-ciel doubles

Mais ce n'est pas tout ! Jusque-là, nous n'avons considéré que des rayons qui ne sont réfléchis qu'une fois dans la goutte d'eau. Or, il y a toujours des rayons qui se réfléchissent deux fois, voire plus.

Dans ce cas, l'angle soleil-gouttes-observateur est d'environ 50° , ce qui signifie que l'arc-en-ciel secondaire se trouve au-dessus de l'arc-en-ciel principal. De plus, les couleurs sont inversées par rapport à l'arc-en-ciel primaire.

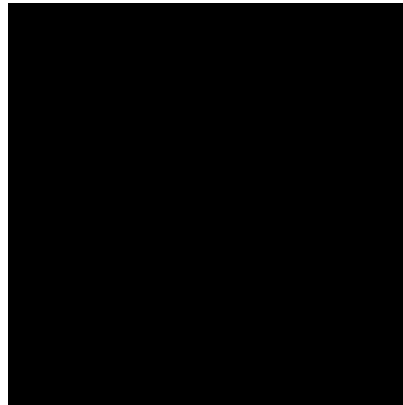


FIGURE 4. – À gauche, schéma d'une double réflexion dans une goutte. À droite, un arc-en-ciel double. © sciencecalculators.org et © Mikhail Varentsov

Vous remarquerez que l'arc-en-ciel secondaire est moins lumineux (et donc plus rare à observer). C'est dû au fait que la lumière subit deux réflexions à l'intérieur de la goutte, et qu'une réflexion est forcément imparfaite et laisse échapper de la lumière.

De la même manière, on peut en théorie observer un arc-en-ciel tertiaire, voire quaternaire, etc. Mais de tels arcs-en-ciel sont extrêmement peu lumineux, et histoire de compliquer les choses, pour voir les arcs-en-ciel tertiaire et quaternaire il faudrait regarder du côté du soleil, ce qui baisse encore plus la visibilité de ces arcs. La première photographie attestée d'un arc-en-ciel tertiaire [a été prise en 2011](#) [↗](#) .

5. Les arcs-en-ciel surnuméraires

Mais ce n'est pas tout ! D'autres phénomènes étranges se produisent dans les arcs-en-ciel. En effet, en bas de la frange violette de l'arc principal, on peut parfois observer d'autres franges, comme une nouvelle frange jaune, puis verte, puis violette, etc. Ces franges ne peuvent s'expliquer que si on prend en compte les interférences de la lumière avec elle-même, et la physique décrivant le phénomène devient assez hideuse, bien au contraire des dites franges.

6. Conclusion

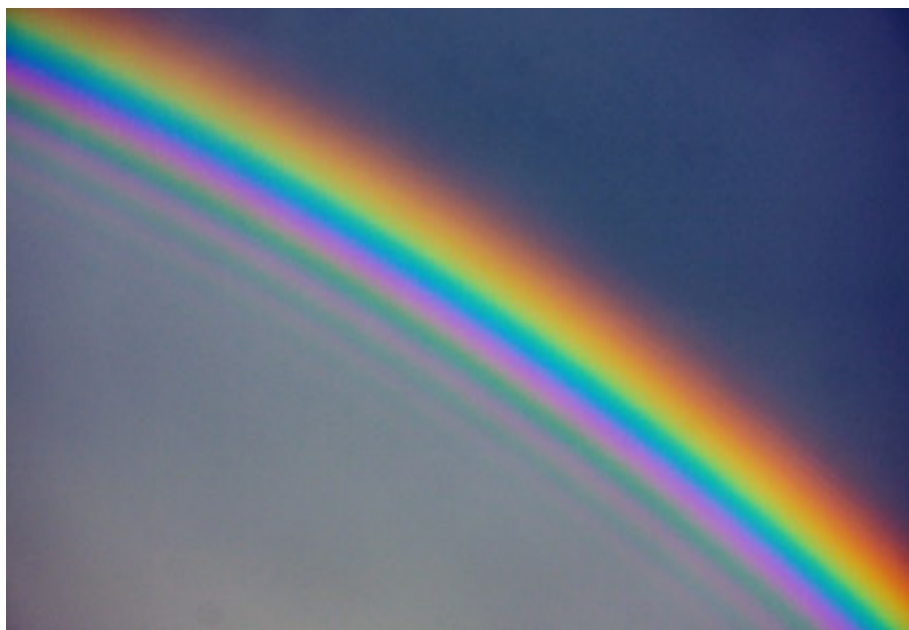


FIGURE 5. – Détail des franges surnuméraires d'un arc-en-ciel. © Jean-Marc Leclaire/astroturf.fr

Et... C'est à peu près tout. Du moins jusqu'au prochain article !

6. Conclusion

7. Sources, liens pour aller plus loin :

- Yosemitebear Mountain Double Rainbow 1-8-10 - Youtube ↗
- High-order Rainbows - OPOD ↗
- Concours d'admission à l'école Polytechnique 2008, filière MP, épreuve de physique - sujetetcorriges ↗
- L'arc-en-ciel – Culture sciences-physiques ↗
- Une mise à jour de la théorie de l'arc-en-ciel - Institut National de l'Information Scientifique et Technique ↗
- Cours n°4 - Arc-en-ciel - Université Paris 7 ↗
- L'arc-en-ciel – Cosmovisions ↗
- Arc-en-ciel – Wikipédia ↗

8. Anecdote bonus :

La lumière d'un arc-en-ciel est polarisée. Ainsi, si vos lunettes de soleil sont équipées d'un filtre polarisant, vous devriez être capable de faire "disparaître" une partie de l'arc-en-ciel (suivant l'inclinaison de vos lunettes). [Source](#) ↗