

RALLYE SCIENCES

Maths1

L'arc en ciel

Classe : **Math 1**

Etablissement :

Commune :

Département :

Etiquette à reproduire sur chaque sujet

Critères : recherche documentaire, raisonnement, créativité-esthétique, communication.

Production attendue :

Les réponses aux questions seront rendues sur une affiche A3. La feuille d'annexes sera complétée et collée derrière l'affiche.

L'arc-en-ciel : un phénomène optique et météorologique

1 - Un peu d'histoire

When the great mathematician Isaac Newton explained the colors of the rainbow with refraction, the poet John Keats was horrified. Keats complained, through poetry of course, that a mathematical explanation robbed these marvels of nature of their magic, conquering "all mysteries by rule and line".

Avant que la science ne soit en mesure de répondre aux questions, certains phénomènes météorologiques ont été à l'origine de mythes, de dictons, de contes.

Rédiger un paragraphe de quelques lignes, suite à votre recherche documentaire, relatant un conte ou un mythe expliquant la mystérieuse présence d'un arc-en-ciel dans le ciel. Savez-vous quel philosophe, mathématicien et physicien français, de la fin du XVIème siècle, a expliqué la formation des arcs-en-ciel ?



2 - Premiers pas

- a) Combien y a-t-il de couleurs visibles dans un arc-en-ciel ? Quelles sont-elles ? Les nommer dans l'ordre d'apparition puis colorier l'arc-en-ciel sur la photo **en annexe**.
- b) Avez-vous déjà observé un arc-en-ciel ? Dans quelles conditions ? Où se situe le soleil ? Expliquer en quelques lignes.

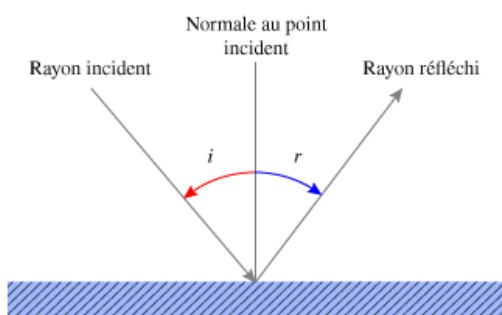
3 - Quelques explications

Le soleil émet de la lumière « blanche », chaque rayon de soleil contient toutes les couleurs du spectre visible, soit toutes les couleurs de l'arc-en-ciel (**rayon en gras sur la figure 2 en annexe**). Quand la lumière pénètre dans une goutte d'eau, elle est déviée. Une goutte d'eau réfracte, réfléchit et disperse la lumière.

Réflexion

La réflexion est le phénomène par lequel la lumière change brusquement de direction au moment où elle rencontre l'interface séparant deux milieux différents.

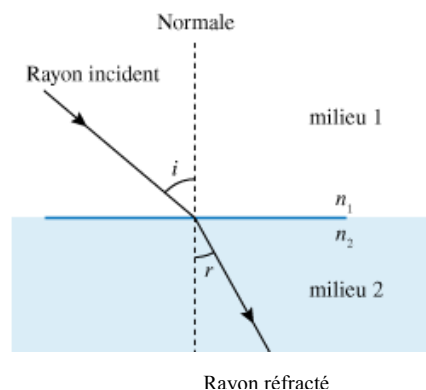
Loi de Descartes : $i = r$



Réfraction

La réfraction est le phénomène par lequel la lumière change brusquement de direction au moment où elle traverse l'interface entre deux milieux différents.

Loi de Descartes : $n_1 \sin i = n_2 \sin r$



L'indice de réfraction n caractérise le milieu. Dans l'air, il est de 1 ($n_{air} = 1$). Dans l'eau, il dépend de la couleur, par exemple pour la couleur rouge, il est voisin de 1,33 ($n_{eau} \approx 1,33$); pour la couleur violet il est voisin de 1,34 ($n_{eau} \approx 1,34$). Ainsi chaque couleur du spectre visible est réfractée ou réfléchi selon un angle différent. Cet angle est décrit précédemment.

La **figure 2** donnée en **annexe** décrit un rayon de soleil entrant dans la goutte en E et deux rayons réfractés, l'un rouge, l'autre violet.

Retrouver la couleur de chacun de ces rayons et repasser dans la couleur qui convient les deux rayons réfractés, sur la figure.

Vous pourrez vous aider dans vos calculs du tableau ci-contre.

La **figure 3** en **annexe** permet de suivre le parcours de trois rayons : jaune, rouge, violet qui sont réfractés une première fois puis réfléchis puis réfractés une seconde fois jusqu'à l'œil de trois observateurs Nicolas, Jacques et Pierre modélisés respectivement par les points N, J, P. Jacques perçoit la goutte d'eau en jaune.

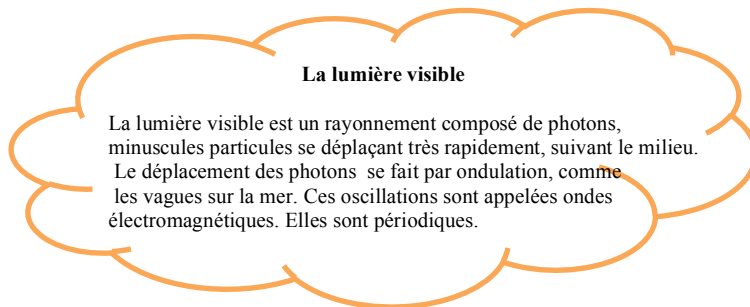
De quelle couleur va apparaître la goutte pour Nicolas ? Et pour Pierre ?

Complétons notre étude dans le cas de trois gouttes d'eau. Sur chaque goutte de la **figure 4** en **annexe**, sont représentés, les rayons réfractés puis réfléchis puis réfractés jaune, rouge et violet. Les gouttes apparaissent chacune, à l'observateur, d'une couleur différente.

De quelle goutte provient le rayon jaune vu par l'observateur ? Et le rayon rouge ? Et le rayon violet ?

Angle x	sin (x)
40,00°	≈0,6428
40,05°	≈0,6435
40,10°	≈0,6441
40,15°	≈0,6448
40,20°	≈0,6455
40,25°	≈0,6461
40,30°	≈0,6468
40,35°	≈0,6475
40,40°	≈0,6481
40,45°	≈0,6488
40,50°	≈0,6494
40,55°	≈0,6501
40,60°	≈0,6508
40,65°	≈0,6514
40,70°	≈0,6521
40,75°	≈0,6528
40,80°	≈0,6534
40,85°	≈0,6541
40,90°	≈0,6547
40,95°	≈0,6554
41,00°	≈0,6561
...	...
60,00°	≈0,8660

Maintenant, calculons la fréquence d'un rayonnement monochromatique connaissant sa longueur d'onde.



La période T d'un phénomène périodique est la durée au bout de laquelle ce phénomène se répète identique à lui-même. T est exprimée en seconde.

La fréquence f d'un phénomène périodique représente le nombre de périodes par seconde. f est exprimée en hertz (Hz).

La fréquence est l'inverse de la période. $T = \frac{1}{f}$

La longueur d'onde λ , exprimée en mètre, d'une radiation lumineuse est liée à la fréquence par la

$$\text{relation : } \lambda = c \times T = \frac{c}{f}$$

où c , exprimée en m/s, est la vitesse de la lumière dans le milieu.

Dans l'air, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

A l'aide d'un tableur, compléter le tableau suivant en **annexe** :

	A	B	C	D
1	Couleur	Longueur d'onde	Centre classe	Fréquence
2	Violet	400 à 462 nm	431	
3	Bleu	462 à 500 nm		
4	Vert	500 à 577 nm		
5	Jaune	577 à 600 nm		
6	Orange	600 à 625 nm		
7	Rouge	625 à 670 nm		

a) Que signifie nm ?

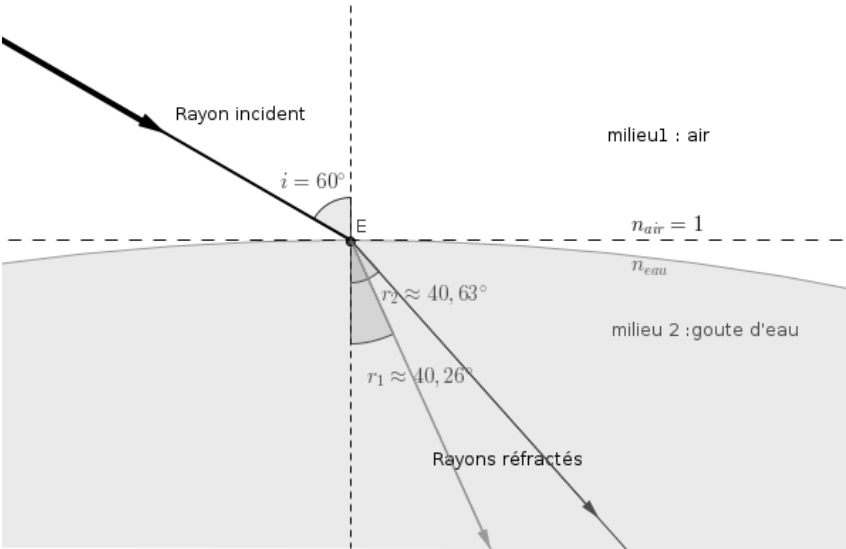
b) Quelle formule écrivez-vous dans la case D2 pour remplir ce tableau ?

c) Quelle est la couleur d'une radiation lumineuse dont la fréquence, dans l'air, est $5,6 \times 10^{14} \text{ Hz}$?

Photo

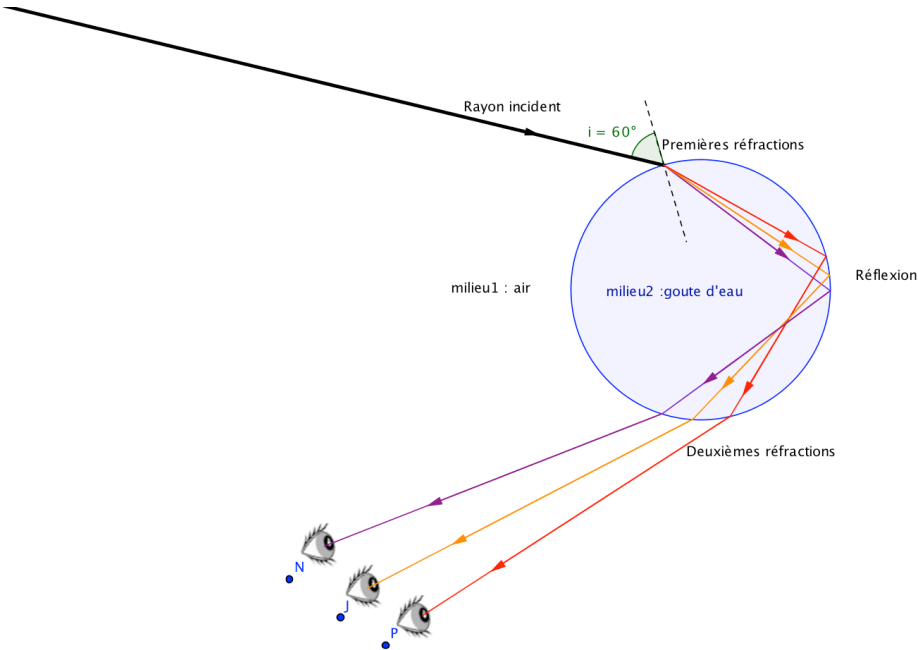


Figure 2



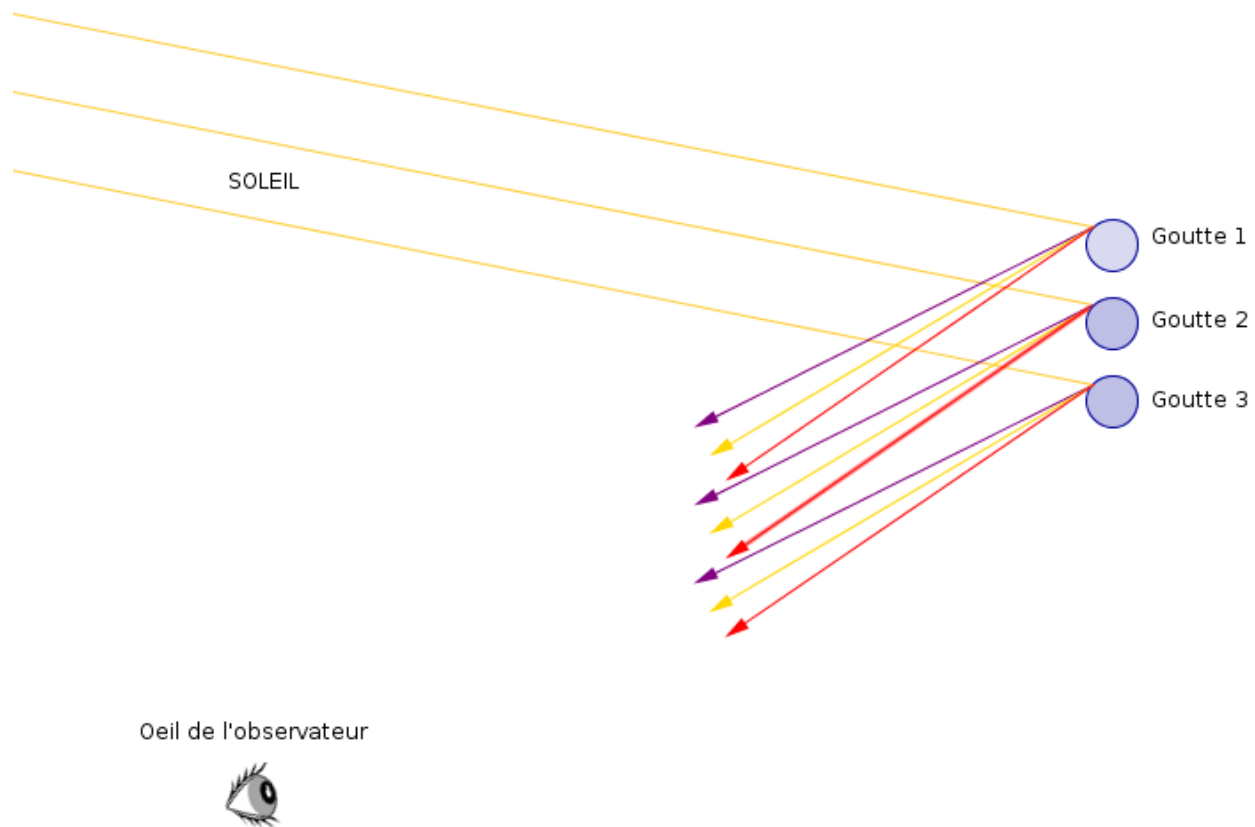
NB : Les angles des rayons réfratés ont été exagérés pour la compréhension du phénomène

Figure 3



NB : Les angles des rayons réfratés ont été exagérés pour la compréhension du phénomène

Figure 4



NB : Les angles des rayons et le diamètre des gouttes ont été exagérés pour la compréhension du phénomène

Tableau

	A	B	C	D
1	Couleur	Longueur d'onde	Centre classe	Fréquence
2	Violet	400 à 462 nm	431	
3	Bleu	462 à 500 nm		
4	Vert	500 à 577 nm		
5	Jaune	577 à 600 nm		
6	Orange	600 à 625 nm		
7	Rouge	625 à 670 nm		