

DE LA PHOTOGRAPHIE AU CINÉMA

Peut-être n'y avez-vous jamais pensé, mais quand vous prenez le temps d'écouter un film, que ce soit dans une salle de cinéma ou dans votre salon, vous allez voir défiler devant vous quelque 130 000 photographies. Aucun de ce photogramme ne montre quelque mouvement que ce soit. C'est leur défilement qui, une fois projeté à un minimum de 12 images par seconde, vous procurera l'illusion de mouvement.

Un film est généralement présenté à 24 images par seconde et dure aux alentours de 1 h 30. C'est de là que proviennent les 130 000 photographies dont je viens de parler. Si vous rêvez, un jour, d'être capable de raconter vos propres histoires grâce au médium cinématographique, peut-être devriez-vous prendre un instant pour vous pencher sur les bases de la photographie.

En effet, derrière tous les effets spéciaux et l'action qu'on retrouve projetée sur l'écran d'argent se cachent les mêmes règles et les mêmes contraintes techniques qu'en photographie.

C'est avec cette approche que j'ai commencé, il y a plusieurs années, à enseigner la prise de vue à mes étudiants d'animation 3D. Cependant, je n'ai jamais trouvé de manuel qui abordait la prise de vue de cette façon... Enfin, je devrais peut-être dire que je n'ai jamais trouvé de manuel qui abordait la prise de vue de cette façon et qui correspondait aux besoins de mes étudiants. C'est pour cette raison que j'ai décidé de me lancer dans la rédaction de ce livre. J'espérais même qu'il permettrait aux plus motivés d'entamer la réalisation de leur premier projet cinématographique. Cependant, pour paraphraser un dicton bien connu : « avant de savoir filmer, il faut savoir photographier ».

Ainsi, à travers les premiers chapitres de ce livre, nous allons nous pencher sur les rudiments les plus élémentaires de la prise de vue photographique. Mais d'abord, il nous faudra faire un passage obligé de la physique de la lumière. Après tout, sans lumière, pas de caméra ! Sans caméra, pas de photographie ! Et sans photographie...

... Pas de cinéma !



CHAPITRE 1

LA LUMIÈRE

À chaque début de session, j'aime embêter mes étudiants avec quelques informations sur la lumière... En plus de pallier le fait qu'en général, aucun d'entre eux n'a de caméra, ça me permet de les familiariser sommairement avec notre outil de base : le photon.

Voyez-vous, la photographie fonctionne par captation de lumière. Je crois donc qu'il est primordial, avant même de toucher à une caméra, de savoir minimalement comment se comportent, en gros, les photos. Ces notions seront utiles non seulement pour comprendre comment se comporte une caméra, mais aussi comment créer son éclairage et même pour créer sa composition d'image. S'il est vrai qu'on peut être un photographe sans comprendre la physique quantique, je crois qu'un BON photographe doit en connaître un peu sur ce que l'on peut considérer comme son outil le plus élémentaire.

➤ LA PHYSIQUE DE LA LUMIÈRE

À tous ceux qui sont allergiques aux sciences et aux mathématiques, je m'excuse! Ceci est un passage obligé, mais je ferai de mon mieux pour ne pas m'éterniser sur le sujet.

La lumière est constituée de photons. Jusqu'ici, rien de bien compliqué! Ces photons se déplacent à la vitesse vaguement impressionnante de 299 792 458 mètres par seconde... Toujours! C'est une constante universelle de notre univers. Qu'importe les conditions de votre observation, les photons se déplaceront toujours à cette vitesse par rapport à vous.

Si vous croyez avoir compris cette notion, permettez-moi une petite expérience de pensée.

Vous vous tenez debout dans un champ par un riant petit matin d'été quand, ennuyé par de trop longues vacances, vous décidez d'observer la vitesse des photons que vous envoie le soleil. (On brise l'ennui comme on peut, j'imagine!) Vous sortez donc un appareil de votre conception capable de calculer la vitesse des photons en provenance de notre étoile. Chacun d'entre eux sans exception se déplace vers vous à la vitesse vaguement impressionnante de 299 792 458 mètres par seconde.

Jusqu'ici, tout est normal et tout va bien... Jusqu'à ce que vous vous rappeliez avoir entendu dire qu'il est physiquement impossible de dépasser la vitesse de la lumière. Et si vous vous déplaçiez vers le soleil à la vitesse de 100 000 000 mètres par seconde, ne devriez-vous pas voir les photons vous arriver en plein visage à 399 792 458 mètres par seconde?

Vous décidez donc de vérifier. Vous sortez alors une chouette paire de bottes-fusées et partez vers le soleil à la vitesse de 100 000 000 mètres par seconde. Une fois votre vitesse de croisière atteinte, vous reprenez une mesure et, à votre grand étonnement, vous remarquez que les photons se déplacent toujours vers vous à 299 792 458 mètres par seconde.

C'est ce que je veux dire par « les photons se déplacent TOUJOURS à 299 792 458 mètres par seconde » : qu'importe votre vitesse propre, vous verrez TOUJOURS les photons arriver vers vous à 299 792 458 mètres par seconde et ce n'est là qu'UN des comportements étranges de la lumière.

Si vous souhaitez approfondir la question de la vitesse de la lumière, je vous invite à vous renseigner sur la relativité, mais nous ne nous y attarderons pas davantage. Pour l'instant, contentons-nous de savoir que la lumière est constituée de photons et que ces photons se déplacent TOUJOURS à 299 792 458 mètres par seconde.

Si ce fait est particulièrement important, c'est parce qu'il permet rapidement de calculer ce qu'on appelle l'indice de réfraction d'une matière donnée.

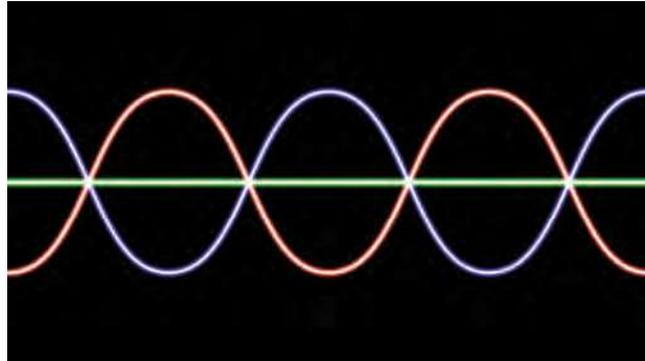
Disons, par exemple, qu'un rayon de lumière passe à travers un bout de verre. Au moment où il entrera dans le verre, sa vitesse diminuera à environ 199 861 638 667 mètres par seconde...

Oui, je sais, j'ai dit que les PHOTONS vont toujours à 299 792 458 mètres par seconde et ça, ça ne change pas... Ici, c'est la LUMIÈRE qui a ralenti... Je m'explique!

D'abord, il faut comprendre que le photon est une onde ET une particule en même temps. Dépendant de la situation, il se comportera comme une onde ou comme une particule.

Cela dit, quand une onde interagit avec une autre onde, les deux finissent par s'additionner. Par exemple, sur l'image ci-contre, l'onde en rouge interagit avec l'onde en bleu, les deux s'additionnent et produisent l'onde verte. Autrement dit, il ne reste plus rien.

Pour vous donner un exemple qui s'approche un peu plus de notre réalité, c'est exactement de cette façon que fonctionnent les écouteurs à annulation active du bruit. La lumière, tout comme le son, étant une onde, elle aura tendance à réagir de la même façon que les ondes sonores.



Maintenant, pour en revenir à notre rayon de lumière, au moment où il traverse notre bout de verre, il va frôler au passage un bon paquet d'électrons. Ces électrons vont s'exciter, mais pas immédiatement : comme ils ont une masse, ils ont aussi une inertie. Ça implique qu'ils vont mettre un certain temps à se mettre en mouvement. Donc, après un court moment, les électrons vont se mettre à vibrer et émettre, à leur tour, un rayonnement électromagnétique (un photon) qui sera légèrement en retard par rapport au photon qui a préalablement excité les électrons. Cette onde électromagnétique va interagir avec celle de la lumière qui a préalablement traversé le verre et générer une pseudoparticule qui ELLE est plus lente. De leur côté, les photons, EUX, ils vont à la vitesse de la lumière...

Pour vous donner un exemple concret, c'est un peu comme si vous étiez témoin d'une course. Le coureur de tête représente le photon qui traverse le morceau de verre, mais pour connaître la vitesse d'un rayon lumineux, il faut connaître la moyenne de la vitesse de tous les coureurs. Cette comparaison est un peu alambiquée, mais elle suffira à vous illustrer ce concept.

Si ça vous semble un peu abstrait, rassurez-vous : tout ce que vous devez savoir, c'est que la vitesse de la lumière est **TOUJOURS de 299 792 458 mètres par seconde et que cette vitesse peut être réduite par la présence de certains objets...** Par exemple, du verre.

En connaissant la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière dans le verre, il devient possible de calculer son indice de réfraction.

Il suffit alors de diviser la vitesse de la lumière dans le vide par la vitesse de la lumière dans le milieu dont on souhaite connaître le facteur de réfraction :

$$\frac{299\,792\,458}{199\,861\,638\,667} = 1,5$$

L'indice de réfraction du verre est donc de **1,5**.

L'indice de réfraction d'une matière étant ce qui permet à une lentille de concentrer la lumière sur un capteur, cette information pourra être utile à ceux qui souhaitent approfondir leurs connaissances en optique ou aux futurs artistes numériques. Certains logiciels utilisent effectivement l'indice de réfraction pour reproduire mathématiquement le comportement de la lumière dans la réalité. C'est donc une preuve supplémentaire, s'il en fallait une, que la curiosité intellectuelle trouve toujours une utilité, surtout en photo ou en cinéma...

Je ne m'attarderai cependant pas davantage à la physique quantique. La photographie est déjà suffisamment complexe sans qu'on s'interroge outre mesure sur la dualité onde-particule ou sur Schrödinger et sa fascination (potentiellement) malsaine sur les chats en boîte. Je me contenterai de dire que la lumière est beaucoup plus complexe qu'il ne nous semble a priori et que son comportement est parfois moins intuitif qu'on ne pourrait le croire. Bien la connaître et apprendre à l'utiliser sera donc primordial pour votre parcours. Rassurez-vous, cependant, nous l'aborderons dorénavant d'une façon beaucoup plus pratique que scientifique. Ces informations vous seront utiles au moment de parler d'éclairage.

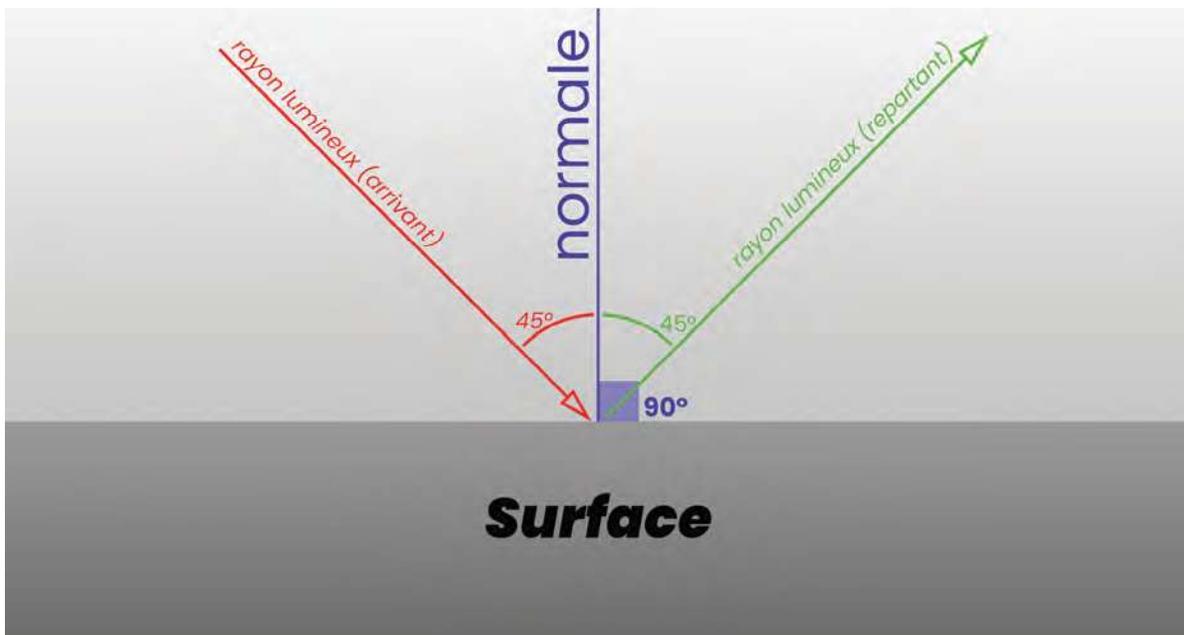


Pour l'instant, j'aimerais vous faire réfléchir sur le principe de réflexion : selon vous, dans l'image ci-contre, laquelle des balles est la plus réfléchive ?

La plupart de mes étudiants ont le réflexe de répondre que la balle de gauche est plus réfléchive que celle de droite. Pourtant, les deux balles

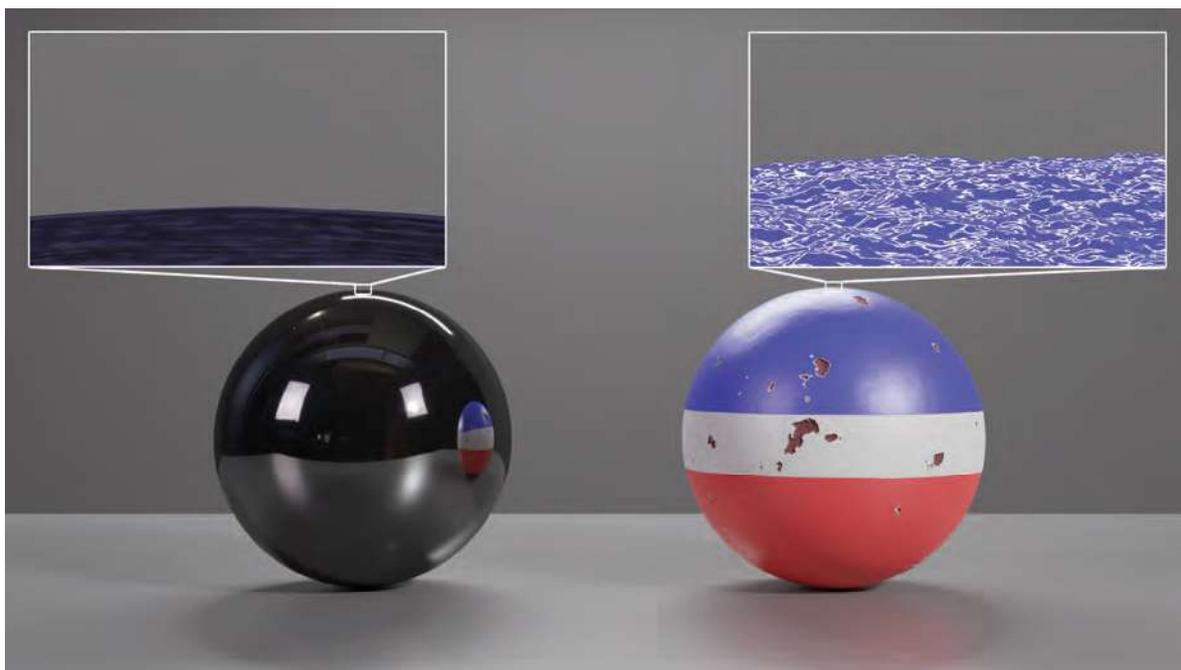
sont aussi réfléchives l'une que l'autre. Elles possèdent simplement un type de réflexion différent. La balle de gauche, celle qui ressemble à un miroir, montre une réflexion spéculaire tandis que la balle de droite montre une réflexion diffuse.

Avant de nous attarder davantage sur ces notions, il faut comprendre que la lumière a la capacité de rebondir sur les surfaces, mais elle ne rebondit pas n'importe comment.



Chaque point d'une surface possède ce qu'on appelle une normale. On pourrait comparer cette « normale » à un bâton imaginaire que l'on aurait planté à 90 degrés dans la surface. Ainsi, lorsqu'un rayon lumineux frappe un point sur une surface, il ne pourra rebondir qu'à un angle égal de l'autre côté de la normale de ce point.

Maintenant que nous comprenons comment la lumière rebondit sur les objets, d'un point de vue purement géométrique du moins, regardons à quoi ressemblent nos deux balles au microscope.

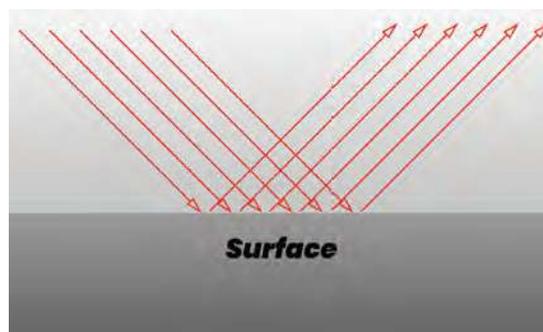


En y regardant de plus près, nous remarquons que la balle « miroir » est particulièrement lisse tandis que la balle de caoutchouc, elle, est recouverte de petites bosses.

C'est là la différence principale entre les deux types de réflexions : le type de surface.

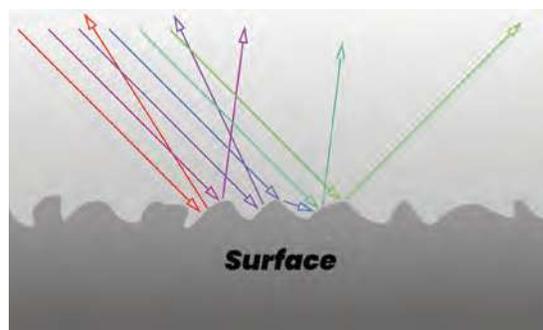
➤ LA RÉFLEXION SPÉCULAIRE

La surface dont la réflexion est spéculaire est particulièrement lisse. Ainsi, toutes les normales pointent globalement dans la même direction et tous les rayons lumineux peuvent repartir dans la même direction. Cette cohérence permet donc à la réflexion de restituer l'image exacte des objets qu'on y voit.



➤ LA RÉFLEXION DIFFUSE

Sur une surface dont la réflexion est diffuse, toutes les aspérités de sa surface vont diffuser la lumière. En d'autres mots, les rayons de lumière vont repartir dans toutes les directions. Ainsi, plus une surface comporte d'aspérités, plus il sera difficile de discerner les détails de ses reflets.



➤ LA RADIOSITÉ

Avez-vous déjà remarqué que lorsque la lumière rebondit sur une surface, celle-ci va se teinter de la couleur de la surface et teinter les alentours de cette couleur? C'est le phénomène qu'on appelle la radiosité. Si la réflexion permet à la lumière de rebondir sur une surface, la radiosité permet aux objets de transmettre leur couleur à la lumière.

D'un point de vue purement physique, l'objet va absorber une portion du spectre électromagnétique (une autre façon de nommer la lumière) et en faire rebondir une autre partie. Ainsi, une balle rouge va absorber toutes les longueurs d'onde du spectre électromagnétique visible, mais va rejeter celle qui correspond au rouge.



Si tous ces phénomènes vous semblent bien abstraits, rassurez-vous, ils ont tous un lien avec la photographie et le cinéma. Prenons, par exemple, la réflexion. Si la lumière ne pouvait rebondir sur les objets, les seules choses que nous serions capables de voir (ou de photographier) seraient celles qui émettent de la lumière : le soleil, un feu, une ampoule électrique, etc. Le fait que la lumière puisse rebondir sur certains objets nous permet de le voir.

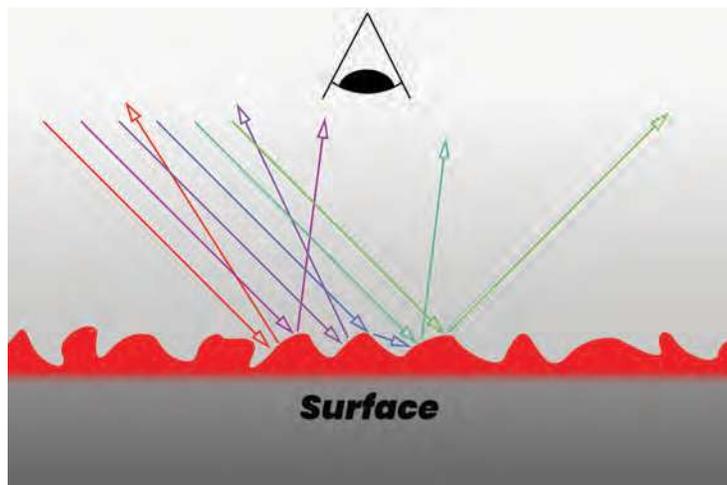
La radiosité, quant à elle, nous permet de percevoir la couleur des objets. Si ce n'était de ce phénomène, tous les objets prendraient systématiquement la couleur de la lumière qui les éclaire.

Ces phénomènes auront des applications bien réelles au moment d'utiliser une caméra, rassurez-vous. Mais pour l'instant, il nous reste encore quelques points à démystifier pour conclure ce chapitre.

➤ L'EFFET FRESNEL

Si vous n'y voyez pas d'inconvénient, j'aimerais vous inviter à faire une petite expérience. Pour commencer, tenez-vous debout sur un plancher dur : tuiles, bois verni, plancher flottant, etc. L'important, c'est que ce plancher ne doit pas être recouvert de tapis.

Regardez à vos pieds et essayez de voir votre reflet. À moins que vous n'ayez un parquet particulièrement bien ciré, vous n'y arriverez pas.



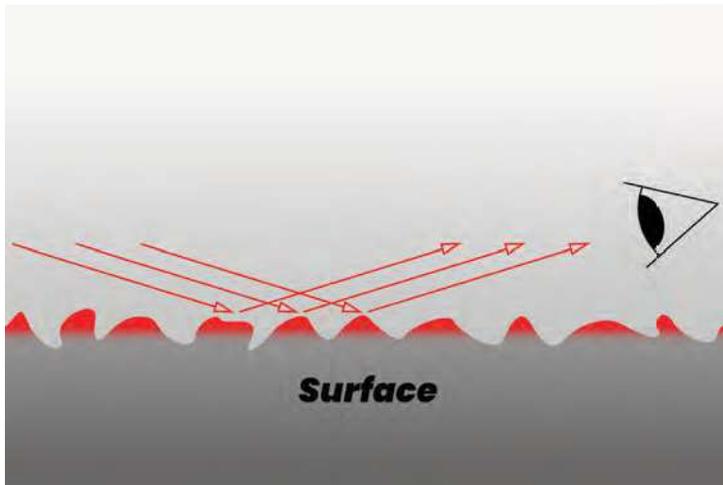
Maintenant, je vous inviterais à vous mettre à plat ventre et à regarder le plus loin possible. Normalement, vous allez remarquer que plus vous regardez loin de vous, plus le plancher semblera réfléchissant.

Félicitations, vous venez d'observer l'effet Fresnel!

En termes clairs, l'effet Fresnel fait en sorte que plus votre regard est parallèle à une surface, plus celle-ci semblera réfléchive.

Ce phénomène s'explique par la portion de la surface qu'il vous sera possible de voir selon votre angle de vue.

Si votre regard est perpendiculaire à une surface (autrement dit, si vous vous tenez juste au-dessus d'une surface), il sera possible pour vous de voir tous les détails microscopiques qui la constituent et votre œil (ou votre caméra) captera les rayons qui rebondissent dans toutes les directions. La réflexion sera donc floutée.



En revanche, si votre regard est presque parallèle à la surface, vous ne verrez que les crêtes microscopiques de la surface. Comme les normales de ces crêtes pointent généralement dans une direction à peu de choses près identique, les rayons de lumière que vous capterez resteront à peu près parallèles. Les réflexions paraîtront donc plus nettes.

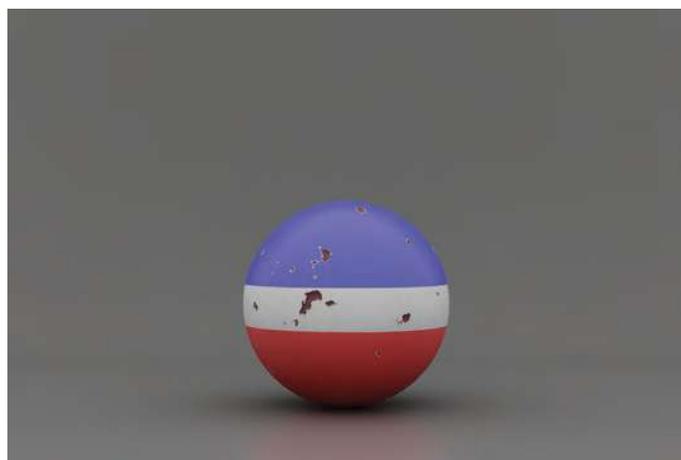
Évidemment, c'est très résumé, mais je crois que ça suffira à vous faire comprendre le phénomène.

> LES OMBRES

Je ne crois pas vous apprendre quoi que ce soit en disant que l'ombre, c'est d'abord et avant tout l'absence de lumière. Cependant, tout comme la lumière elle-même, le phénomène conserve une certaine subtilité. Pour commencer, il faut comprendre qu'il existe deux formes d'ombres : les ombres diffuses et les ombres portées.

LES OMBRES DIFFUSES

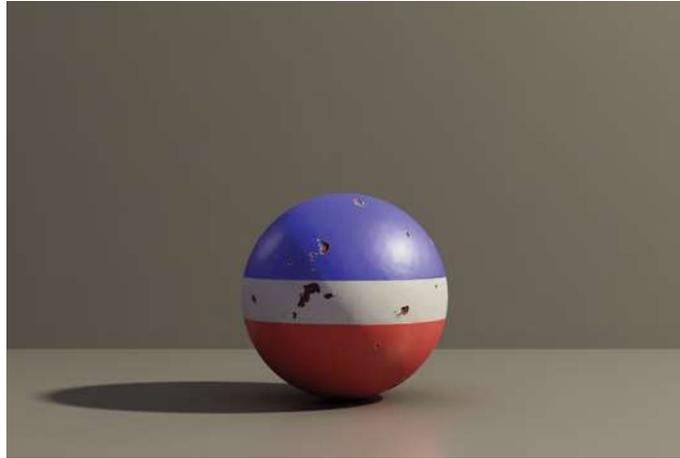
Il vous est sûrement déjà arrivé de sortir sous un ciel nuageux. Dans cette situation, si vous regardez autour de vous, les objets n'ont pas une ombre bien définie, mais une ombre particulièrement floue. Par exemple, si nous prenons une simple balle, vous remarquerez qu'au point de contact avec la table, il y a une zone ombragée, mais il est plus ou moins possible de définir la silhouette de la balle en se basant uniquement sur cette zone



d'ombre. Il s'agit d'une ombre diffuse. C'est ce phénomène qu'on retrouve quand la lumière semble venir de toutes les directions en même temps ou, plus simplement, d'une grande source de lumière. On se retrouve alors avec une ombre floue et peu définie.

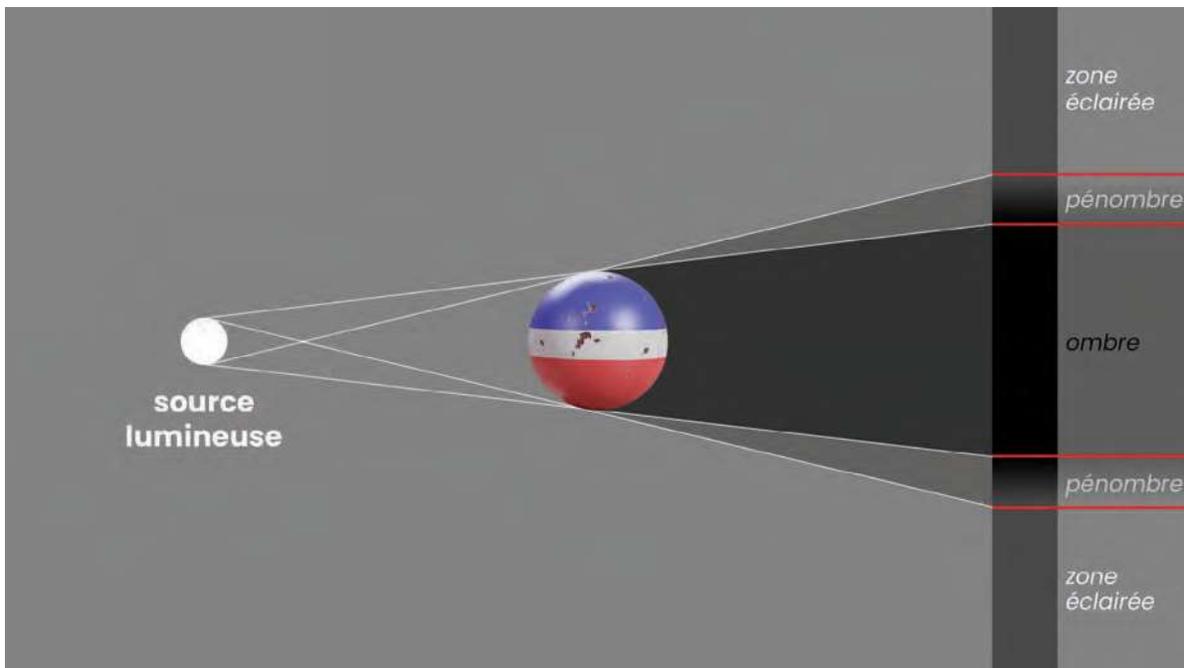
LES OMBRES PORTÉES

Pour conserver notre comparaison météorologique, il vous est sans doute arrivé de sortir par une belle journée ensoleillée. Dans un tel cas, si vous regardez au sol, vous arriverez sans difficulté à trouver votre ombre. Vous arrivez même à y reconnaître votre silhouette. Ce type d'ombre bien définie s'appelle une ombre portée.



Si vous portez une attention particulière aux contours de ces ombres, vous remarquerez vite qu'à certains endroits, elles sont plus floues qu'ailleurs. Ici, la règle est simple, plus une ombre portée s'éloigne de l'objet qui la projette, plus elle devient floue.

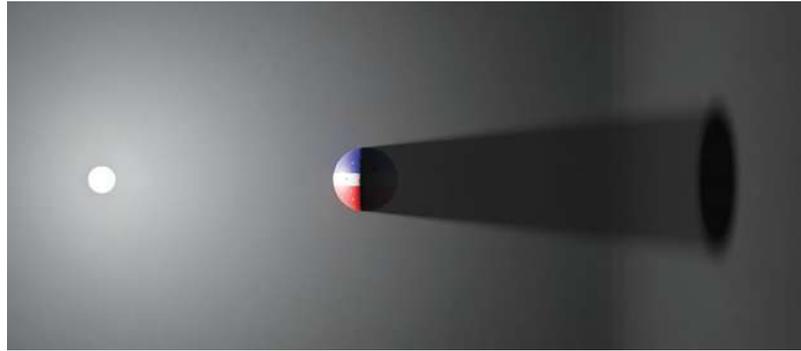
Cette portion d'ombre « floue » est ce qu'on appelle la pénombre. Il s'agit d'un endroit où la source lumineuse est partiellement cachée par l'objet projetant l'ombre.



Pour bien comprendre ce phénomène, je vous propose de prendre comme exemple une éclipse solaire. Pour certaines personnes, l'éclipse sera totale. Pour ces personnes, la lune cache la totalité du disque solaire. Ces individus se retrouvent donc dans l'ombre de la lune. Pour d'autres personnes situées un peu plus loin, l'éclipse sera partielle. La lune ne cache alors qu'une partie du soleil. Plus le soleil est caché, plus il fera sombre pour ces personnes. Elles se trouvent donc dans ce qu'on appelle la pénombre

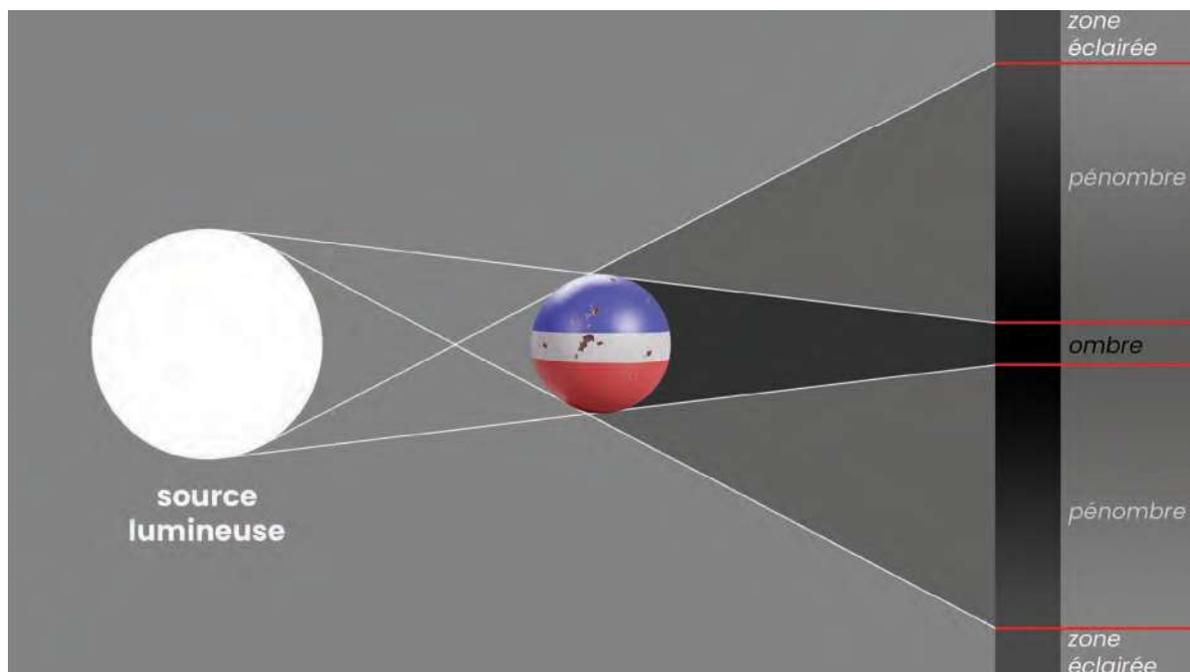
de la lune. Sur le schéma précédent, vous remarquerez qu'il est possible de calculer la forme de l'ombre et de la pénombre en reliant les contours de la source lumineuse aux contours de l'objet projetant l'ombre. Comme il s'agit d'une schématisation bidimensionnelle, il suffit, ici, de relier le point le plus haut de notre source lumineuse au haut et au bas de notre balle et d'en faire autant avec le point le plus bas de notre source lumineuse. Vous remarquerez que la pénombre grandit au fur et à mesure qu'elle s'éloigne de la balle. C'est pour cette raison que plus un objet est éloigné de son ombre, plus son ombre devient floue.

Bien qu'il s'agisse ici d'une schématisation bidimensionnelle, ce phénomène reste le même dans notre réalité tridimensionnelle. Par exemple, en utilisant un logiciel d'imagerie de synthèse, il est possible de visualiser l'ombre que projeterait notre balle dans les mêmes circonstances.

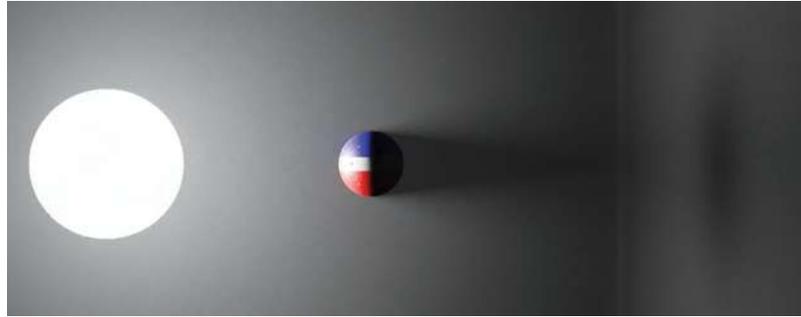


Avant de poursuivre votre lecture, je vous inviterais à faire par vous-même une petite expérience. En vous basant sur vos connaissances actuelles, refaites ce schéma sur une feuille de papier à une différence près : cette fois, dessinez une source lumineuse plus grande que la balle et tentez de prédire à quoi ressemblera son ombre portée.

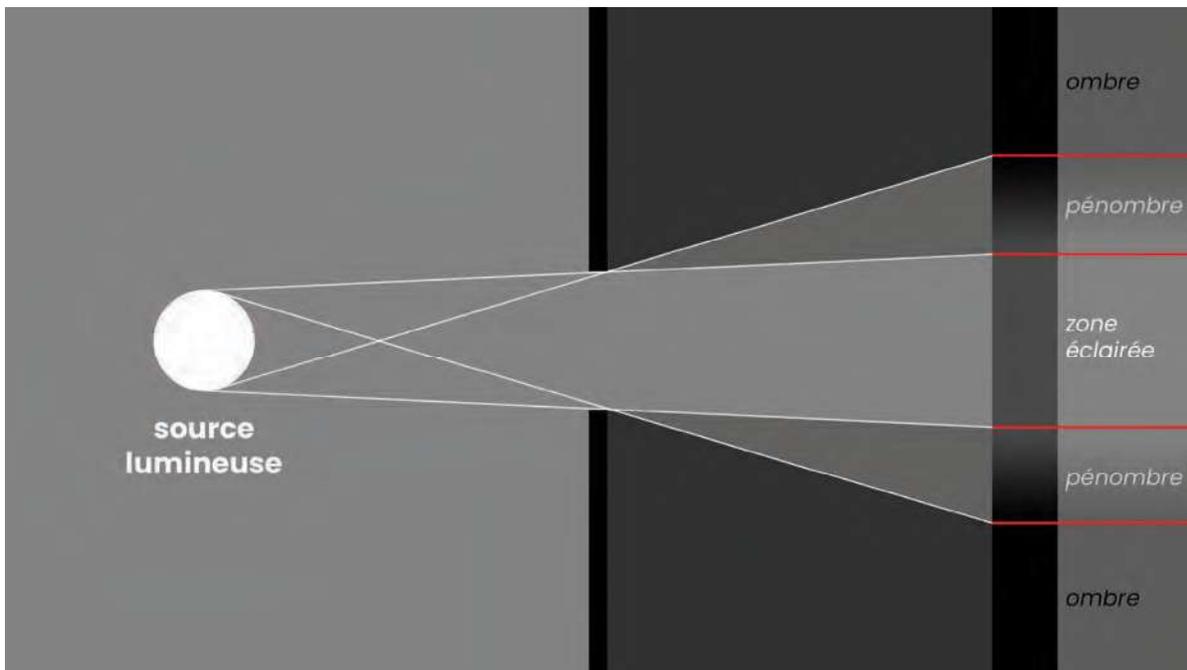
Si vous avez bien effectué cet exercice pratique, peut-être avez-vous deviné qu'en agrandissant la source lumineuse, l'ombre obtenue sera plus floue. En fait, la zone de pénombre deviendra plus grande et la zone d'ombre totale, quant à elle, deviendra plus petite. En d'autres termes, nous avons maintenant une ombre diffuse.



Tout comme dans le cas du schéma précédent, cette installation peut être représentée à l'aide d'un logiciel d'imagerie de synthèse pour voir comment l'ombre se comporterait dans un espace tridimensionnel plus proche de notre réalité.

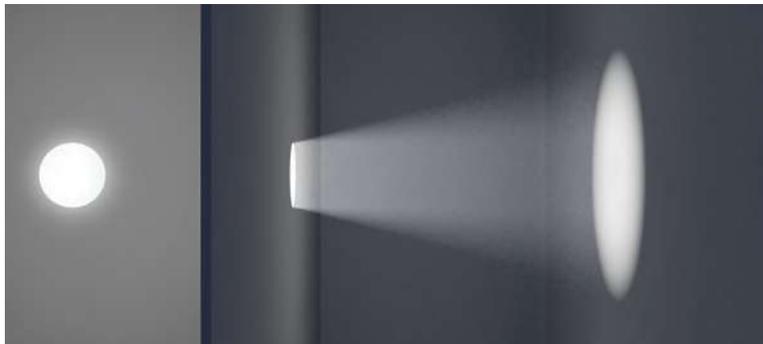


Maintenant que vous commencez à comprendre le fonctionnement des ombres, tentons une nouvelle expérience. À la place de notre balle, nous allons placer un panneau opaque dans lequel a été pratiquée une ouverture. Voyons voir ce que la schématisation peut nous apprendre.



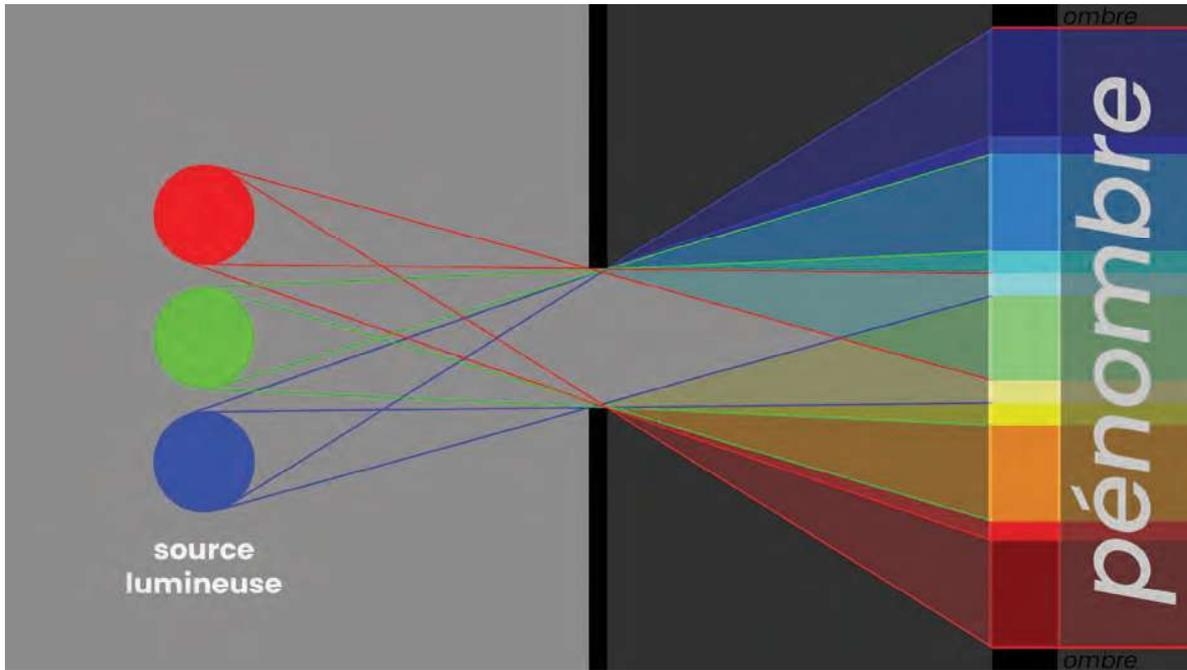
Cette fois, à la place de l'ombre de la balle, on se retrouve avec, au centre, une zone éclairée entourée de pénombre.

En gros, on pourrait comparer cette installation à une pièce plongée dans l'obscurité dont un des murs serait percé d'un trou laissant passer la lumière.

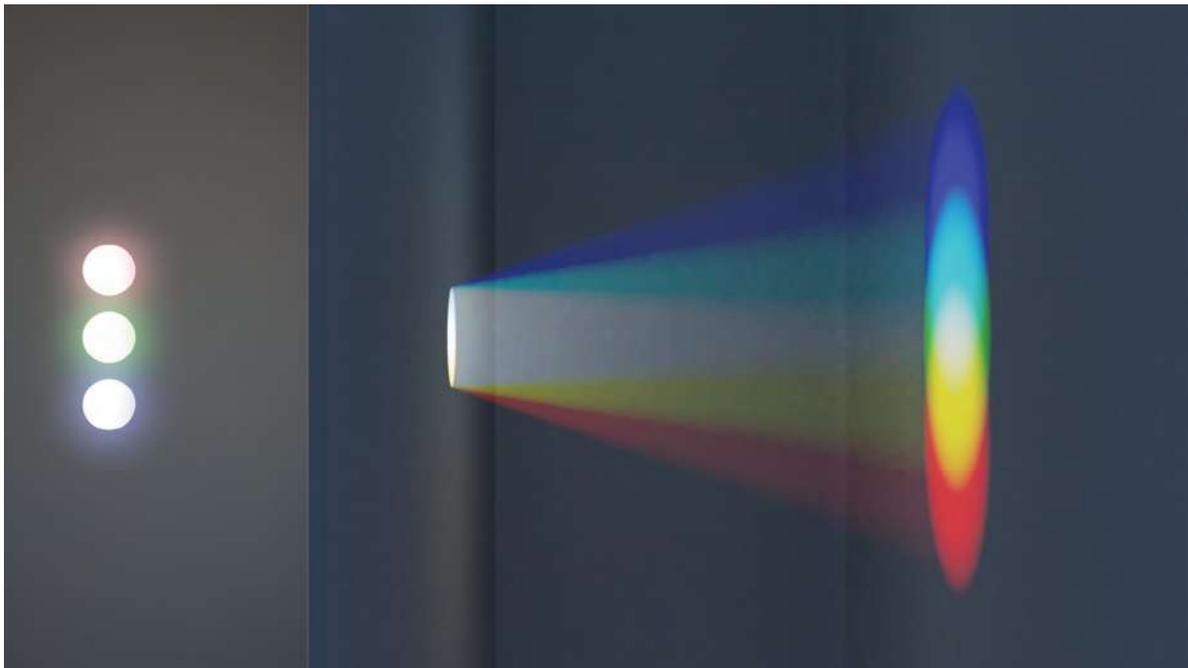


Cependant, si nous avons une installation dans laquelle notre source lumineuse n'était pas uniforme... Par exemple, si elle était constituée de trois sphères de différentes couleurs. En vous servant du même schéma que nous avons utilisé jusqu'à présent, je vous invite à tenter de deviner la forme qu'adopterait la lumière dans cette « chambre obscure » ?

Vous avez sans doute deviné que la lumière des trois sources lumineuses arriverait à différents endroits sur le mur de notre pièce. À certains endroits, la lumière de deux ou même de trois sources lumineuses s'additionnerait pour créer un emplacement plus lumineux.

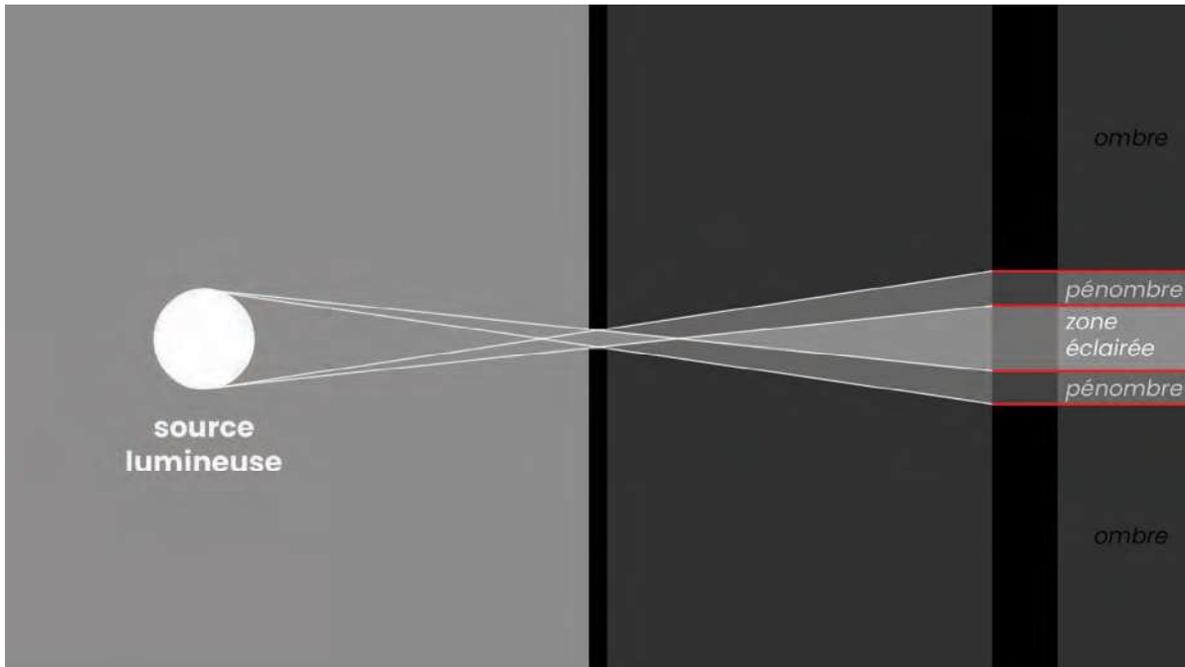


En regardant de plus près la simulation informatique ci-dessous, vous remarquerez peut-être quelque chose de curieux. Il est possible de deviner la position de chacune des sources lumineuses en se basant sur l'endroit où arrive sa lumière.



Tentons une nouvelle schématisation! Cette fois, nous allons rétrécir le trou dans notre cloison. Selon vous, que va-t-il arriver à la zone éclairée dans notre chambre obscure? Avant de nous compliquer la vie, essayons tout d'abord avec une seule source lumineuse. Je vous invite, encore une fois, à tenter de le deviner en utilisant les schémas que nous avons déjà vus ensemble avant de poursuivre votre lecture.

Cette fois, vous remarquerez que la zone de pénombre est plus restreinte.

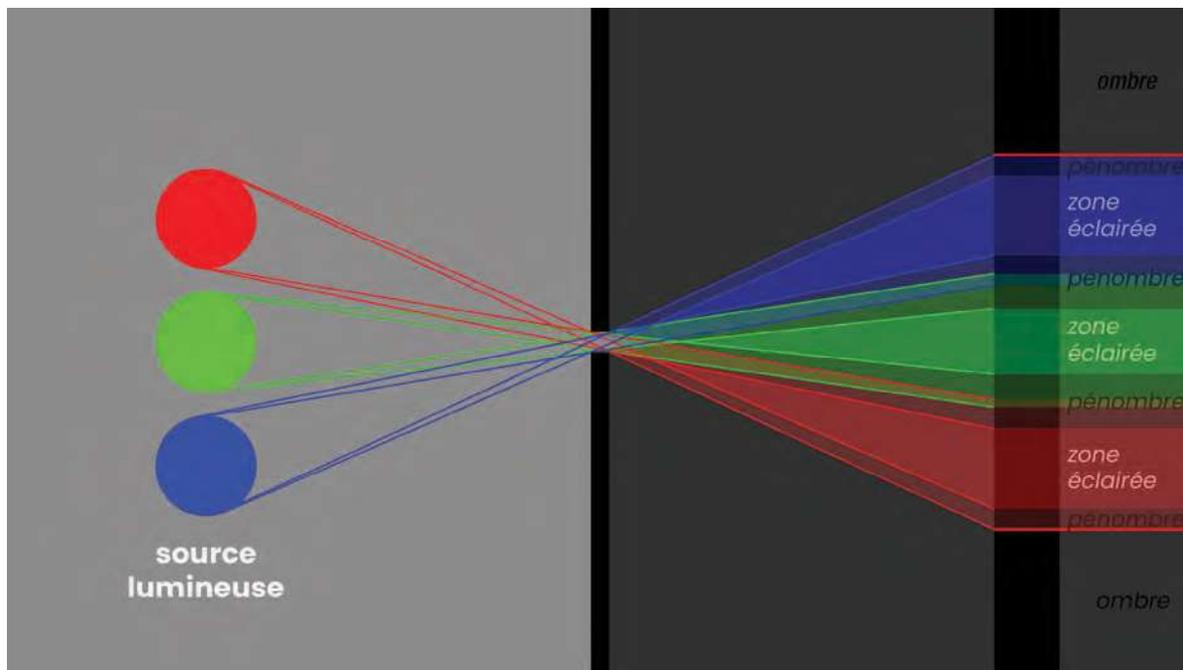


Cela signifie que la tache lumineuse est beaucoup plus nette que précédemment. Nous pouvons d'ailleurs le confirmer en regardant la simulation infographique ci-dessous.



Tentons à nouveau cette expérience, mais, cette fois, avec nos trois sources lumineuses de couleurs différentes.

Vous remarquerez que la zone éclairée par chacune des sources lumineuses est beaucoup plus nette. Dans le schéma ci-dessous, les couleurs ne se mélangent pratiquement plus.



Observons maintenant ce qui se passe avec notre simulation informatique. En passant à travers notre ouverture, la lumière permet de créer une image inversée de nos trois sources lumineuses. Il va sans dire que la quantité de lumière qui entre dans notre chambre est également considérablement réduite, mais nous avons réussi à créer une image de ce qui se trouve de l'autre côté du mur... Félicitations, cette chambre obscure est maintenant devenue une *caméra obscura*.

