



## ESSAI D'UNE EXPLICATION PHYSIQUE DES COULEURS ENGENDRÉES SUR DES SURFACES EXTRÊMEMENT MINCES

LEONHARD EULER

I. M. Newton s'étant aperçu que deux de ses prismes, dont il se servait dans ses expériences, s'étaient recourbés, il tâcha de les redresser en les appuyant avec force l'un contre l'autre, et il vit avec surprise que dans l'endroit de la plus forte pression, il s'était formé des lignes colorées, en forme de conchoïdes. Cette expérience l'a engagé à examiner plus exactement ce phénomène, qui lui parut très singulier ; et dans cette vue il pressa la surface convexe d'un grand verre objectif contre un verre plan, et autour de l'endroit d'attouchement il remarqua des cercles concentriques colorés, dont il observa très soigneusement l'ordre des couleurs. Il rapporte dans son excellent *Traité d'Optique* un grand nombre d'expériences de cette espèce, qu'on a regardées jusqu'ici à juste titre comme le plus étrange phénomène dans la théorie des couleurs.

II. Les expériences, que M. Mazeas, Bibliothécaire du Duc et Maréchal de Noailles, vient de communiquer à l'Académie, roulent sur ce même phénomène, qu'il a tâché de mieux développer par d'autres combinaisons de deux verres. Il s'est servi pour cet effet des verres plans, où il remarqua que la seule pression n'était pas capable de produire les couleurs, qui se sont présentées dans les expériences de Newton ; mais, après les avoir bien frottés l'un sur l'autre, il eût la satisfaction de voir naître ces bandes colorées, où il observa dans les couleurs le même ordre, que Newton avait marqué. Il fit de plus ces expériences sous des circonstances bien différentes, et même dans le vide, qui paraissent suffisantes à nous éclaircir entièrement sur le fait.

III. En réfléchissant bien sur ces phénomènes, on verra qu'ils se réduisent à celui d'une lame mince transparente : et M. Newton a déjà observé, qu'une matière transparente quelconque, étant réduite à une lame extrêmement mince, paraît teinte de diverses couleurs, qui se suivent les unes les autres presque toujours en même ordre. Dans les expériences alléguées il se trouve entre les deux verres une telle lame mince d'air, ou bien d'éther, si l'on juge les particules de l'air trop grossières : c'est donc l'air, ou l'éther, qui dans cet état présente les couleurs qu'on observe, en tant qu'il y est réduit à une lame extrêmement mince.

IV. Les bulles de savon nous représentent encore plus évidemment ce même phénomène. Car, en enfant de plus en plus ces bulles, leur surface devient de plus en plus mince, et atteint bientôt ce degré d'épaisseur requis pour présenter les couleurs. Ici on voit clairement, comme dans les autres expériences, que la diversité des couleurs dépend de l'épaisseur de la lame transparente, laquelle étant réduite au point de paraître colorée, à mesure que son épaisseur diminue au-delà, les couleurs

---

Référence : <https://scholarlycommons.pacific.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1208context=euler-works>.  
Transcription en Latex : Denise Vella-Chemla, novembre 2022.

changent successivement, et deviennent aussi plus brillantes. Car on remarque qu'après une certaine révolution les mêmes couleurs reparaissent avec un plus grand éclat, jusqu'à ce qu'enfin la lame devient si mince, qu'elle redevient parfaitement transparente, ou qu'elle perd la continuité, où les couleurs disparaissent.

V. Ce phénomène semble d'autant plus bizarre, que les matières les plus opaques, étant réduites à des lames extrêmement minces, acquièrent une transparence parfaite, comme le grand Newton l'a aussi prouvé par quantité d'expériences ; pendant que les matières transparentes, étant rendues aussi minces, paraissent recevoir la nature des matières opaques, en tant qu'elles nous renvoient des rayons colorés. Cependant il faut remarquer, que la transparence n'est pas en opposition avec la couleur, vu qu'il y a des corps transparents, qui sont néanmoins colorés ; et les expériences de Newton ne prouvent point que les parcelles minces des corps opaques soient destituées de toute couleur, quoiqu'elles paraissent transparentes.

VI. Cette considération porte donc plutôt notre phénomène à une plus grande généralité, en tant qu'il s'étend à tous les corps, tant transparents qu'opakes. Car, après que ces derniers par une suffisante diminution de leur épaisseur, auront perdu leur opacité, ils seront assujettis aux mêmes propriétés que ceux-là, qui sont transparents de leur nature, de sorte que s'il est possible de diminuer au-delà leur épaisseur, on y apercevra de pareilles couleurs que dans les lames minces des matières transparentes : et si pour prouver cela les observations manquent, la raison en est évidemment, qu'il n'est pas possible de réduire toutes les matières à tous les degrés de subtilité, qu'il faudrait pour faire paraître toutes les diverses couleurs.

VII. Le phénomène étant donc constaté, il s'agit d'expliquer la cause physique, pourquoi des lames assez minces pour être transparentes, si l'on diminue de plus en plus leur épaisseur, elles paraissent colorées ? Et pourquoi les couleurs changent continuellement, à mesure que leur épaisseur devient plus petite ? Feu M. Newton s'est donné bien de la peine, dans son excellent Ouvrage d'Optique, de découvrir cette cause physique : et il faut avouer que ce phénomène renferme le véritable caractère, par lequel on doit juger de la justesse de quelque théorie que ce soit, pour expliquer la véritable nature des couleurs.

VIII. Car, quelque bonne que paraisse d'ailleurs une théorie pour expliquer les autres phénomènes de la lumière et des couleurs, lorsqu'elle ne nous met pas en état de rendre raison de ce phénomène singulier, ou qu'elle lui est même contraire, il n'y a aucun doute, qu'une telle théorie est encore bien éloignée de la vérité, et qu'elle lui est même contraire. Et on ne saurait être assuré de la justesse d'une théorie, à moins qu'elle n'explique aussi heureusement ce phénomène singulier, que les phénomènes ordinaires. Il semble même de plus qu'une théorie, qui satisfait également à tous ces phénomènes à la fois, ne saurait être fausse.

IX. Quelque sagacité que Newton ait employé pour expliquer ces phénomènes, tout le monde doit convenir, qu'il ne s'y trouve pas ce degré d'évidence, qui est l'infailible caractère de la vérité. Il a imaginé pour cet effet dans une surface réfringente des accès de facile transmission, et des accès de facile réflexion : et c'est de là qu'il tâche d'expliquer, pourquoi de tous les rayons qui tombent sur une même surface transparente, les uns sont transmis et les autres réfléchis ; en disant que les uns se trouvent dans des accès de facile transmission, et les autres dans des accès de facile réflexion.

X. Ces différents accès se trouvent donc, selon Newton, dans une lame transparente extrêmement mince, et dont l'épaisseur est variable ; comme il arrive dans la lame d'air, qui se trouve entre deux verres, l'un convexe et l'autre plan. Au centre, ou au point d'attouchement mutuel, l'épaisseur est évanouissante, et en s'éloignant de là elle va en croissant en raison carrée des distances au centre. Cette épaisseur variable de la lame produit alternativement les accès de facile transmission et réflexion ; et M. Newton a observé, que les intervalles de ces accès font, à très peu de chose près, comme les racines cubiques des carrés des longueurs d'un monochorde, qui donneraient les sons diatoniques.

XI. M. Defaguliers va plus loin, et représente ces accès, dans les Transactions Philosophiques, par une courbe ondulatoire, qui dans les points où aboutissent les plus grandes ordonnées aurait la propriété de réfléchir la lumière, et dans ceux des plus petites ordonnées de la transmettre parfaitement. Dans les points mitoyens, c'est tantôt une espèce de rayons, tantôt une autre, qui sera ou réfléchi ou transmise. Cette représentation ingénieuse peut bien servir à comprendre l'ordre, qui règne dans les diverses couleurs apparentes ; mais personne ne s'imaginera, que Newton ait voulu par là expliquer la cause physique même du phénomène. Ce serait en vérité une explication bien obscure que de produire ces divers accès comme une cause physique : et l'on serait beaucoup plus en droit d'exiger la cause de ces accès, que celle du phénomène même.

XII. Mais, outre qu'une telle explication serait absolument insuffisante, j'y remarque une supposition, qui me paraît tout à fait insoutenable. M. Newton soutient que l'apparence des couleurs dans les expériences alléguées, est causée par la réflexion, ou bien que la surface colorée réfléchit en certains endroits les rayons de la même couleur, pendant qu'elle transmet les rayons de toutes les autres couleurs. Il est vrai que c'est sur ce même principe, que Newton fonde l'explication des couleurs de tous les corps opaques ; mais les raisons rapportées pour soutenir cette supposition me paraissent trop faibles, pour qu'on les puisse admettre dans une recherche si importante.

XIII. Car comme j'ai remarqué dans ma théorie sur la lumière et les couleurs, que nous ne voyons pas les corps opaques par des rayons réfléchis de leur surface, je soutiens par les mêmes raisons, que les couleurs, que nous observons dans les bulles de savon, et en général sur toutes les surfaces minces, qui font l'objet du phénomène dont il s'agit, ne sont pas produites par des rayons réfléchis. Et partant ces mêmes raisons renversent entièrement l'hypothèse des accès, ou de facile transmission, ou de facile réflexion des rayons ; de sorte qu'elle ne saurait être employée à expliquer ce phénomène, quand même d'ailleurs elle ne serait assujettie à aucun inconvénient.

XIV. Pour faire voir, que ce n'est pas par des rayons réfléchis, que nous voyons les couleurs sur les surfaces minces des expériences rapportées, je remarque d'abord que si nos yeux étaient frappés par des rayons réfléchis de ces surfaces, nous ne devrions pas voir ces surfaces mêmes, mais plutôt les corps lumineux, desquels les rayons seraient originairement partis. Tout comme nous ne voyons pas la surface même d'un miroir, mais les objets, dont les rayons ont été réfléchis de la surface du miroir : donc, puisque nous sommes bien assurés, que nous voyons les surfaces de ces lames minces mêmes, et non pas les images d'autres corps, qui y jettent des rayons, nous devons conclure, que nous ne les voyons pas par des rayons réfléchis.

XV. Ensuite, lorsque nous voyons par des rayons réfléchis de quelque surface, ce n'est que dans une certaine situation, que nous recevons la même sensation ; aussitôt que nous changeons de place par rapport à la surface réfléchissante, nous ne voyons plus la même chose. Deux personnes devant un miroir, si elles sont assez éloignées l'une de l'autre, y découvrent des objets bien différents. Or les couleurs, sur les lames minces, se voient les mêmes à tout spectateur, en quelque situation qu'il se tienne par rapport à elles. Si cela n'arrive pas exactement dans la lame d'air renfermée entre deux verres, la raison en est la réfraction, que les rayons souffrent avant que de parvenir à nos yeux.

XVI. Outre cela, tout ce que nous voyons par des rayons réfléchis, nous n'en rapportons point l'existence sur la surface, qui réfléchit les rayons, mais à l'endroit de l'image, ou réelle, ou imaginaire, que les rayons réfléchis forment. C'est dans la Catoptrique où l'on enseigne à déterminer tant la figure et la grandeur que le lieu de cette image, qui selon la diversité de la surface réfringente peut tomber, tantôt en avant, tantôt en derrière d'elle, mais jamais sur elle même. Donc, puisque nous apercevons les couleurs dans les lames minces mêmes, c'est une nouvelle preuve, que nous ne les voyons point par des rayons réfléchis.

XVII. Nous voyons ordinairement tous les objets par des rayons divergents, qui étant partis d'un point du corps lumineux se répandent de toutes parts, comme les rayons d'une sphère : et une petite portion de ces rayons, qui entre dans l'œil, peint sur son fond une image semblable au point d'où ils sont partis. Donc, puisque nous voyons les lames minces mêmes, il faut que les rayons, qui peignent dans le fond de l'œil l'image d'un point quelconque, partent de ce même point. Or, quelque raboteuse qu'on conçoive la surface réfléchissante, on s'apercevra aisément de l'impossibilité absolue de remplir cette condition : et en supposant la surface unie comme celle d'un miroir, il est plus clair que le jour que la réflexion ne saurait jamais produire ce phénomène.

XVIII. Les couleurs déterminées de ces lames rendent encore cette explication d'autant plus infructueuse : car, comment serait-il possible qu'un point de cette lame ne réfléchit que les rayons d'une certaine couleur, et qu'il éteignit tous les autres, et cela de quelque côté que soient venus les rayons incidents ? Et que les réfléchis se répandent encore de toute part ? Pour peu qu'on fasse attention à toutes ces difficultés, on les trouvera absolument insurmontables ; et on sera pleinement convaincu, que la vision des couleurs sur ces lames minces ne saurait en aucune façon être expliquée par la réflexion des rayons. Et c'est par ces mêmes raisons que je crois avoir démontré que la vision de tous les corps opaques en général ne saurait être attribuée aux rayons réfléchis de leur surface.

XIX. Les Newtoniens, pour soutenir leur hypothèse de réflexion, allèguent bien certains corps reluisants, dont la couleur est changeante, et dépend tant de l'illumination que du lieu du spectateur. Je tombe volontiers d'accord que la réflexion y a beaucoup de part, et cela à cause de la variabilité même de l'apparence : mais de l'autre côté, où une telle variabilité n'a pas lieu, où l'on découvre constamment et de tous côtés la même couleur, on sera obligé de m'accorder par la même raison, que cette constante uniformité ne saurait être l'effet de la réflexion. J'ai fait voir dans ma dissertation sur cette matière, qu'il y a des corps opaques, qui participent tant de la nature des réfringents que des réfléchissants ; dont l'apparence par conséquent sera mixte.

XX. Il y a quantité de corps opaques, qui étant bien polis reluisent presque autant qu'un miroir, et nous représentent les objets, dont ils reçoivent les rayons. Personne ne doutera aussi, que cette

représentation ne soit l'effet de la réflexion, et la variabilité de cette apparence confirme plutôt les raisons que je viens d'alléguer. Mais on y découvre outre cela le fonds même du corps avec sa couleur naturelle qui n'est assujettie à aucun changement, comme les représentations causées par la polissure ; et c'est de cette vision que je prétends qu'elle est incompatible avec la réflexion. La double apparence de tels corps polis est aussi si bien distinguée, l'une étant changeante, l'autre permanente, que la cause de l'une doit être entièrement différente de la cause de l'autre ; donc, si l'une est l'effet de la réflexion, l'autre aura une origine tout à fait différente.

XXI. Je ne veux pas aussi nier non plus, que les lames minces ne nous offrent souvent quelque apparence causée par la réflexion des rayons : et lorsqu'on voit sur les bulles de savon les images des fenêtres et autres objets, comme dans un miroir, c'est sans doute l'effet des rayons réfléchis de leur surface : aussi ces apparences suivent-elles l'inconstance propre à la réflexion. Mais rien n'est plus aisé que de distinguer ces apparences variables du propre teint, dont nous voyons briller la surface de ces bulles, et qui n'est pas assujetti à une semblable inconstance. Comme il s'agit ici de l'explication de ce phénomène des couleurs, je crois pouvoir hardiment assurer, qu'il n'est pas causé par la réflexion des rayons. Car, en tant que nous y voyons aussi les images des objets, qui y jettent leurs rayons, c'est un phénomène que les lames minces ont de commun avec tous les corps polis, et qui ne dépend point de leur épaisseur, comme le phénomène singulier des couleurs.

XXII. Lorsque donc les lames minces nous paraissent colorées, il faut que l'organe de notre vue soit affecté par des rayons de la même couleur, et que ces rayons partent de la surface même de ces lames : et puisqu'ils n'y sont pas réfléchis, mais qu'ils en sont répandus de toute part, il s'ensuit qu'ils y sont engendrés, ou que chaque élément d'une telle surface soit mis en état de produire des rayons, tout comme nous savons, que les corps lumineux d'eux-mêmes jettent des rayons, qu'ils n'ont pas reçus d'autre part. Donc, quelle que soit la disposition des particules d'un corps lumineux, qui le rend capable de répandre des rayons, je conçois une semblable disposition dans les particules d'un corps opaque en général, et en particulier dans les lames minces, tandis qu'elles nous paraissent colorées.

XXIII. J'aurai donc les questions suivantes à examiner : 1°. Quelle est cette disposition requise dans les particules d'un corps, qui le rend capable de répandre des rayons ? 2°. En quoi consiste la différence des couleurs ? Ou pourquoi les rayons, qui y sont produits, sont tantôt rouges, tantôt bleus, tantôt d'une autre couleur ? 3°. Comment cette disposition dépend de l'épaisseur de la lame mince ? Ou pourquoi la lame, lorsqu'elle n'est pas assez mince, ne nous renvoie point de rayons, pendant qu'elle, étant rendue plus mince, nous paraît colorée ? Et comment la diversité de l'épaisseur produit des rayons de diverses couleurs ? 4°. Enfin, je rendrai raison de toutes les particularités, qu'on observe dans les couleurs d'une lame mince ; ce qui sera une suite naturelle des explications, que je donnerai des questions alléguées.

XXIV. Pour expliquer la première question, il faut remonter à la génération même de la lumière sur laquelle il y a deux sentiments. Suivant l'un, les corps lumineux dardent de leur substance avec une vitesse incroyable une certaine matière subtile, en des lignes droites, qui nous représentent les rayons de lumière. Or, d'un côté les raisons qu'on apporte pour soutenir ce sentiment sont si faibles, et de l'autre côté les objections, dont on le combat, si fortes, que le meilleur parti, qu'on saurait prendre, est de l'abandonner entièrement. Il est bien vrai que ce sentiment reconnaît pour auteur

le grand Newton ; mais il faut avouer, qu'il ne l'a nulle part prouvé par des raisons convaincantes ; et quelque grande que doive être l'autorité de ce profond physicien, elle ne saurait être étendue jusqu'à des hypothèses destituées de raisons suffisantes.

XXV. Sans parler de cette immense vitesse, dont les rayons seraient lancés toute part, et de l'épuisement infaillible, qui en devrait arriver dans le Soleil en peu de temps, en sorte que M. Newton lui-même a été obligé de recourir aux Comètes, pour réparer de temps en temps cette considérable perte ; je m'arrêterai uniquement à la raison qui semble avoir occasionné ce sentiment. M. Newton a voulu que tout l'espace entre le Soleil et les Planètes fût entièrement vide pour que les Planètes n'y rencontrent aucune résistance. Ayant donc banni l'éther, il a été obligé de soutenir que les rayons émanent immédiatement du Soleil, et qu'ils en soient dardés partout avec cette prodigieuse vitesse. Or, au lieu du vide qu'il avait en vue, il remplit par cette manière tout l'espace avec la matière du Soleil, qui étant outre cela agitée avec cette terrible vitesse, ne saurait manquer de troubler beaucoup plus le mouvement des Planètes et Comètes, qu'il n'aurait eu à craindre de la part de ce milieu tranquille et extrêmement subtil, qu'on nomme l'éther.

XXVI. Mais, quand même nous passerions ces grandes difficultés, et que nous accorderions que les rayons traversent le vide avec cette inconcevable impétuosité ; serait-il bien possible, qu'ils pourraient pénétrer les corps transparents avec une pareille rapidité ? De quelque manière que nous nous figurions ce passage, il faudrait absolument que ces corps eussent selon toutes les directions possibles des pores disposés en lignes droites, qui formassent des canaux par lesquels les rayons pourraient librement passer. Or une telle structure enleverait aux corps toute matière, et toute liaison entre leurs parties quand même ils en auraient. Toutes ces objections prises ensemble me paraissent fournir une démonstration assez forte pour détruire ce sentiment ; et à moins que l'autre sentiment, que je m'en vais examiner, ne soit assujéti à d'aussi grands inconvénients, je ne crois pas qu'il soit raisonnable de s'arrêter au premier.

XXVII. Selon l'autre sentiment, on conçoit la production des rayons semblable à celle du son ; comme celui-ci est produit par un tremblement, ou mouvement de vibration communiqué à l'air, il semble d'abord raisonnable que la lumière ait une semblable origine. On soutient donc que les moindres particules, qui composent le Soleil, sont dans un mouvement de vibration continuel, qui se communique sur le champ à l'éther voisin, tout comme le tremblement d'une cloche imprime à l'air un mouvement semblable. La grande élasticité de l'éther, jointe à sa grande rareté, est en cause, que ce mouvement est propagé avec une vitesse presque inconcevable ; et la même translation se fait aussi par tous les milieux transparents : et ces ondes, ou battements causés dans l'éther et les autres matières transparentes, constituent les rayons de la lumière.

XXVIII. Par un tel mécanisme la flamme et tous les corps lumineux produisent aussi des rayons ; et de là il est clair ce qui est requis, pour qu'un corps produise ou jette des rayons. Il faut que ses moindres particules soient mises dans un mouvement de vibration extrêmement vif, pour causer dans l'éther, ou les autres milieux diaphanes, qui l'environnent, ce tremblement rapide, en quoi consiste l'émission des rayons. Donc, toute cause capable d'imprimer aux particules d'un corps un tel mouvement vibratoire, le met aussi en état de produire des rayons, et de les répandre tout autour de lui ; et c'est par ces rayons qu'il devient visible, en tant que notre organe de vue en est affecté, tout de même qu'un mouvement de vibration plus grossier étant communiqué par l'entremise de

l'air à nos oreilles, y excite le sentiment d'un bruit ou d'un son.

XXIX. Ici on comprend aisément que la diversité la plus essentielle dans les rayons de lumière dépend de la rapidité du mouvement de vibration, qui se trouve dans les particules du corps lumineux ; c'est à dire, du nombre des vibrations, qu'elles achèvent dans un temps donné. Car, plus cette rapidité sera grande, plus aussi de battements en recevra l'organe de vision, et la sensation sera différente ; un plus grand nombre de vibrations excitées en même temps produira un autre effet dans le fond de l'œil qu'un nombre plus petit : et c'est de cette différence, que provient la diversité des couleurs. Or on conviendra aisément que, ni un mouvement trop lent, ni un trop rapide, soit capable d'exciter notre vision, et qu'il y a certaines limites, entre lesquelles le mouvement de vibration des rayons doit être renfermé.

XXX. Il subsiste donc entre les couleurs la même différence, qu'entre les sons graves et aigus, et la diversité des unes et des autres dépend de la rapidité du mouvement vibratoire. Nous sommes bien parvenus à connaître le nombre des vibrations dans un temps donné, qui forme chaque son ; mais quel est le nombre requis pour former chaque couleur ? C'est une chose qu'on n'a pas encore pu déterminer. Or c'est de là qu'il faudrait tirer des définitions réelles des couleurs, en disant qu'une certaine couleur est la sensation d'un certain nombre de vibrations rendues dans l'espace d'une seconde, dont le fond de l'œil est frappé. Tout cela sera mieux éclairci par l'analogie, qui subsiste entre la lumière et le son, à laquelle je ne m'arrêterai pas plus longtemps, en ayant déjà parlé suffisamment dans ma théorie de la lumière et des couleurs.

XXXI. Cela posé, il est clair, que pour rendre raison des couleurs, que nous voyons sur une lame mince, il faut faire voir pourquoi les particules, qui constituent cette lame, sont excitées à un mouvement de vibration ? Or, quelle qu'en soit la cause, nous concluons de là que la cause des couleurs apparentes sur une lame mince est un certain mouvement de vibration, qui se trouve dans les particules de la lame, et que la diversité des couleurs dépend de la diverse rapidité, dont les particules sont agitées. Voilà la réponse à la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>nde</sup> question que j'ai rapportée ci-dessus : passons donc à chercher la cause capable de produire dans ces particules un tel mouvement de vibration : c'est à quoi se réduisent la 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> question.

XXXII. Presque tous les corps ont un tel degré de ressort, qu'étant frappés ils sont mis dans un mouvement de vibration. Il y a des corps où le mouvement se fait sentir à la vue, en d'autres on le découvre par le bruit ; et dans tous les chocs accompagnés d'un bruit on est sûr que les parties des corps choqués sont mises dans un mouvement de vibration. On a même calculé ce mouvement, que plusieurs corps étant frappés doivent recevoir ; et on sait par la théorie, combien de vibrations doit rendre dans une seconde une corde tendue dont la longueur, le poids et la tension, est donnée. Plus la corde est courte, le reste demeurant le même, plus aussi le mouvement de vibration devient rapide, et cela enfin à un tel point, que le son n'est plus perceptible.

XXXIII. On a aussi déterminé par la théorie le mouvement de vibration d'une barre de métal ou de bois, et on a trouvé que le nombre des vibrations rendues dans une seconde suit la raison réciproque carrée des longueurs. Ces vibrations se font sentir par le son, qui en diminuant la longueur devient bientôt si aigu, qu'il n'est plus capable d'exciter l'organe de l'ouïe. D'où l'on tirera cette conséquence, que les petites molécules d'une matière élastique sont susceptibles d'un mouvement

de vibration, et que le nombre des vibrations rendues par seconde est d'autant plus grand, plus les molécules seront minces : et par conséquent qu'en diminuant ces molécules jusqu'à un certain point, leur mouvement de vibration deviendra capable d'exciter des rayons de lumière, et cela d'une certaine couleur, qui répond à la rapidité de leurs vibrations.

XXXIV. De là on comprend aisément, pourquoi une lame de matière diaphane fort mince devient propre à représenter une certaine couleur ? Et pourquoi la couleur change avec l'épaisseur de la lame, de sorte que si l'épaisseur de la lame est variable, la couleur y varie aussi ? Car en tant que la matière est diaphane, elle est élastique, et en tant qu'elle est fort mince, les molécules qui en forment l'épaisseur étant ébranlées, produisent un tel mouvement de vibration, qu'il faut pour exciter des rayons d'une certaine couleur. De plus, comme la rapidité dépend de l'épaisseur de la lame, on voit, comment les diverses épaisseurs sont accompagnées de diverses couleurs.

XXXV. Il reste donc seulement à expliquer, par quelle cause les molécules d'une lame mince peuvent être tellement ébranlées, qu'elles en soient mises dans un mouvement de vibration. On voit bien qu'un choc rude, qui ébranlerait un grand corps, n'est pas propre pour produire un tel effet dans de si petites molécules ; il les emporterait plutôt tout entières sans leur imprimer un mouvement de vibration : et comme une corde fort mince demande un coup plus subtil, qu'une corde grosse, pour qu'elle rende un son, il est évident, que les petites molécules, dont il s'agit, demandent aussi des chocs proportionnés à leur petitesse pour les ébranler : d'où l'on voit, que les forces ordinaires, dont on se sert pour la production d'un son, sont trop grossières pour cet effet.

XXXVI. L'analogie entre le son et la lumière nous conduit à la connaissance de cette cause. On fait par expérience, et on en comprend aussi aisément la raison, que les cordes d'un instrument de musique sonnent, et partant sont mises dans un mouvement de vibration, au bruit d'un son consonant : savoir les tremblements dans l'air ébranlent tant soit peu la corde, et si la corde est accordée à un son consonant, elle reçoit précisément après chaque vibration une nouvelle impulsion, de sorte que dans ce cas toutes les impressions concourent à exciter dans la corde le mouvement de vibration qui lui est propre, et qui produit le son. C'est donc la consonance d'un bruit avec le son d'une corde, qui fait sonner la corde.

XXXVII. Pour mieux comprendre cet effet, qu'on conçoive un pendule à secondes, qui soit d'abord en repos : qu'on choque ce pendule tant soit peu, et il en sera porté à des oscillations extrêmement petites, qui soient même insensibles. Mais, si ce même choc, quel que petit qu'il soit, est réitéré précisément après chaque seconde, les oscillations deviendront continuellement plus grandes, et bientôt assez sensibles. Le même effet arrivera à peu près, si les petits chocs sont répétés après deux ou trois ou quatre secondes, puisqu'alors chaque choc tend à augmenter le mouvement du pendule : et si les chocs sont réitérés après chaque demi-seconde, l'effet sera encore à peu près le même, mais plus faible, puisque quelques chocs tendent alors à détruire l'effet produit par les autres : et en général on voit, pourvu que les intervalles entre les chocs soient commensurables à une seconde, que le mouvement du pendule en doit être augmenté.

XXXVIII. De là on comprendra qu'une petite molécule propre à recevoir un certain mouvement de vibration, y sera aussi portée, par une répétition continuelle de chocs presque infiniment petits, lorsque les intervalles de temps entre ces chocs sont égaux au temps d'une vibration de la molécule,

ou qu'ils y tiennent un rapport commensurable : et on comprend aussi, que plus ce rapport sera simple, plus aussi vigoureusement la molécule sera excitée à rendre des vibrations : de sorte que par là elle sera bientôt mise en état de produire des rayons, qui la rendront visible avec une certaine couleur, qui convient avec la rapidité de ses vibrations.

XXXIX. Voilà donc le mécanisme par lequel je m'imagine que les molécules d'une lame extrêmement mince sont excitées à ce mouvement de vibration, qui est requis pour former des rayons, et pour les rendre par ce moyen visibles avec la couleur qui leur est propre. Mais d'où viennent ces petits chocs capables de produire cet effet ? C'est la question à laquelle aboutit toute ma recherche. Or je trouve ces chocs dans les rayons de lumière, qui tombent sur la lame en l'éclairant ; et je crois que les agitations, dont les rayons sont composés, produisent sur les petites molécules le même effet, qu'un son harmonieux sur une corde tendue, de sorte que la molécule étant éclairée cause elle-même des rayons, qui la rendent visible.

XL. J'ai déjà soutenu par les mêmes arguments, que nous voyons sous les corps opaques par ce même mécanisme, plutôt que par des rayons réfléchis. La lumière qui éclaire ces corps, est la cause physique, dont les particules sont mises dans un mouvement de vibration, qui répond à leur ressort et leur grosseur : et c'est de ce mouvement de vibration que naissent les rayons, par lesquels nous voyons les corps opaques. J'ai fortifié ce sentiment par tant d'autres raisons, que je me flatte de l'avoir porté à un tel degré de vraisemblance, qu'il ne lui manque que fort peu pour devenir une démonstration rigoureuse : et partant je crois que cette même cause à l'égard des lames minces est suffisamment prouvée.

XLI. De là on comprend d'abord, pourquoi ces mêmes lames, avant qu'elles soient devenues assez minces, ne paraissent point colorées : car les molécules, ou parties de matière, qui constituent alors leur épaisseur, sont encore trop grandes, et par conséquent leur mouvement de vibration, dont elles sont susceptibles, trop lent pour former des rayons : d'où elles, ou ne seront point du tout agitées par les rayons de lumière qui les éclairent, ou quand même elles le seraient, ce mouvement serait trop lent pour exciter des rayons. Dans cet état la lame n'aura donc que la propriété des corps transparents, en transmettant la lumière sans être visible elle-même.

XLII. Or, quand la ténuité<sup>1</sup> de la lame aura atteint le degré, que ses molécules soient assez petites pour recevoir un mouvement de vibration si rapide qu'il faut pour irriter le sens de la vue ; les rayons de lumière qui y tombent, et éclairent la lame, exciteront actuellement ce mouvement de vibration, d'où résultent des rayons propres à chaque molécule, qui la rendent visible à la vue sous une certaine couleur qui répond à la rapidité de ses vibrations. Si la lame n'est pas partout de la même épaisseur, la couleur deviendra aussi différente, puisque le mouvement vibratoire dépend de l'épaisseur, comme j'ai déjà remarqué ; et c'est la raison, pourquoi on observe sur une telle lame plusieurs couleurs distinguées, et rangées par bandes, ou droites, ou courbées, selon que l'épaisseur de la bande varie.

XLIII. Cependant il peut arriver que la même couleur paraisse sur des endroits de la lame, où l'épaisseur est différente. Car, puisqu'une couleur déterminée dépend du nombre des vibrations rendues dans un certain temps, par exemple dans une seconde, il est évident que si ce nombre était

---

<sup>1</sup>i.e. finesse.

double ou sous-double, la couleur serait bien différente, mais elle ressemblerait si fort à celle-là, que nous ne l'en saurions presque distinguer. Il y aurait la même différence, que nous apercevons dans les sons, qui diffèrent entr'eux d'une ou de plusieurs octaves ; et comme on donne à ces sons, à cause de leur ressemblance, le même nom, c'est aussi la raison pourquoi on impose le même nom à des couleurs, dont le nombre de vibrations varie en raison doublée.

XLIV. Ainsi, quel que soit le nombre des vibrations rendues dans une seconde, qui excitent en nous le sentiment de la couleur rouge, tout autre nombre qui en est le double ou sous-double, le quadruple ou sous-quadruple, l'octuple ou sous-octuple, etc. est aussi censé de produire la couleur rouge ; quoique ce rouge soit véritablement différent du premier par rapport à la vivacité. Cependant on voit que cette multiplication en raison double ne saurait aller à l'infini, mais qu'elle aura ses limites, et même assez bornées par rapport à nos organes de vue, tout de même comme nous ne saurions apercevoir des sons, qui diffèrent entr'eux de trop d'octaves.

XLV. Donnant ainsi le même nom aux couleurs, dont le nombre de vibrations diffère en raison double, toutes les couleurs, comme les sons, se réduisent dans l'intervalle de la raison double, ou d'une octave, de sorte que si on marque le nombre de vibrations d'une seconde requis pour présenter la couleur rouge, les nombres  $\frac{1}{4}n, \frac{1}{2}n, 2n, 4n$ , donneront la même couleur, et tous les nombres intermédiaires entre  $n$  et  $2n$  produiront toutes les autres couleurs différentes entr'elles. M. Newton a déjà remarqué ce bel accord entre les sons d'une octave et les diverses couleurs, qu'il a même confirmé par les ordres des couleurs qu'on découvre sur une lame mince, où les mêmes couleurs reviennent à plusieurs reprises.

XLVI. Car, si dans une lame mince l'épaisseur à un endroit est telle qu'elle représente la couleur rouge, à toutes les autres épaisseurs auxquelles convient un nombre de vibrations, ou double, ou sous-double, quadruple ou sous-quadruple, etc. paraîtra encore la couleur rouge ; mais partant avec une différente vivacité, tout comme les expériences nous l'assurent évidemment. Entre deux telles limites de la même couleur devraient paraître toutes les autres couleurs différentes, à moins que toutes les épaisseurs mitoyennes ne se rencontrent dans la lame. Et quand on ne s'aperçoit pas de toutes les couleurs, comme dans l'arc-en-ciel, la raison en deviendra bientôt évidente.

XLVII. J'ai déjà insinué que, pour qu'une molécule soit excitée au mouvement de vibration dont elle est susceptible, il faut qu'elle soit éclairée par une lumière de la même couleur, ou dont le nombre de vibrations soit commensurable à celui de la molécule. Donc, s'il n'y avait que des rayons rouges, qui éclairassent la lame mince, il n'y aurait que la couleur rouge, qui y paraîtra en diverses bandes, et les autres couleurs seraient éteintes, à l'exception de quelques-unes, qui tiennent à la rouge une raison assez simple, ou qui feraient avec elle pour ainsi dire une consonance : cependant ces couleurs ne paraîtraient que fort faiblement, et l'espace de la lame entre les bandes rouges serait presque entièrement dépourvu de couleurs. Or ce que je viens de dire de la couleur rouge, se doit entendre de toute autre couleur.

XLVIII. Il est reconnu, que la lumière du Soleil renferme des rayons de toutes les couleurs possibles : donc une lame mince étant éclairée par la lumière du Soleil, toutes les particules susceptibles d'un mouvement vibratoire, qui est capable de représenter quelque couleur, en seront ébranlées : et partant chacune devrait paraître avec la couleur qui lui convient. Mais il faut considérer que deux

parties contigues ne sauraient avoir des vibrations différentes ; parce que le mouvement de l'une troublerait celui de l'autre, d'où il doit arriver nécessairement que le mouvement de plusieurs ne sera pas conforme à leur nature et c'est la cause pourquoi toutes les couleurs ne sont pas représentées avec le même éclat, surtout là où la lame n'est plus si mince.

XLIX. Dans l'expérience de Newton, où il a pressé un verre convexe sur un verre plan, dans le point du vrai attouchement il n'a observé aucune couleur, ce point lui parût noir, ou ne renvoya point du tout de rayons ; ce qui est très conforme à ma théorie, puisque l'épaisseur de la lame y évanouit entièrement. Autour de ce centre il a observé une tache blanchâtre ; la raison en est, que les cercles des diverses couleurs s'y approchèrent tellement, qu'on n'en pût distinguer la diversité ; or un mélange de toutes les couleurs produit, comme on sait, la couleur blanche. M. Newton marque bien entre le centre noir, et la tache blanche, un petit cercle bleu ; mais je crois que c'était l'effet de la réfraction des rayons, qu'ils ont soufferte en passant du verre dans l'air.

L. Autour de cette tache blanchâtre il vit distinctement des cercles concentriques de toutes les couleurs ; ils n'étaient plus si serrés comme auparavant, où ils se confondaient dans la tache blanche : il observa même deux ordres de couleurs renfermant le violet, le bleu, le vert, le jaune et le rouge : mais plus loin du centre quelques couleurs se perdaient, et les autres devinrent de plus en plus faibles : ce ne fut que le bleu, le verdâtre et le rougeâtre, qu'il put distinguer. À cette distance l'épaisseur de la lame devint déjà trop grande pour générer par ses vibrations des rayons de lumière, et ces faibles couleurs devaient s'empêcher entr'elles d'autant plus aisément.

LI. Ces expériences de Newton peuvent servir à décider une question fort importante, dont j'ai fait mention dans ma conjecture physique sur la propagation de la lumière. Car étant assuré, que la diversité des couleurs ne vient que de la diverse rapidité des vibrations ; on demande si c'est la couleur rouge, ou la violette, qui est produite par un plus grand nombre de vibrations ? J'avais cru d'abord, lorsque je composai ma théorie de la lumière et des couleurs, que la couleur rouge demande un plus grand nombre de vibrations que la couleur violette, et cela parce que les rayons rouges souffrent une moindre réfraction que les violets. Et c'est de ce même principe que j'ai expliqué alors la diverse réfrangibilité des rayons par rapport aux diverses couleurs.

LII. Mais ensuite ayant examiné cette matière plus soigneusement, j'ai trouvé qu'on peut imaginer plusieurs hypothèses pour expliquer le même phénomène, dont j'ai examiné principalement deux. En embrassant l'une il faut soutenir que les rayons rouges, ou ceux qui souffrent la moindre réfraction, sont produits par un plus grand nombre de vibrations rendues en même temps, tout comme j'avais cru auparavant. Mais l'autre hypothèse m'a appris qu'il serait possible que les rayons produits par un moindre nombre de vibrations souffrissent une plus petite réfraction. De là il suivrait le contraire que ci-devant, savoir que les rayons rouges sont produits par un plus petit nombre de vibrations que les violets : et cette hypothèse me parut par d'autres raisons plus probable que l'autre.

LIII. Il s'agit donc de décider entre ces deux hypothèses, si la couleur rouge est causée par un plus grand nombre de vibrations ou par un plus petit que la couleur violette ? Ce qui s'entend des couleurs d'un même ordre, ou quasi d'une même octave. Or Newton ayant observé que les cercles colorés dans son expérience se suivaient dans cet ordre depuis le centre : le violet, le bleu, le vert,

le jaune, et le rouge : ces couleurs se succédant comme dans l'arc-en-ciel, il faut conclure qu'elles sont du même ordre, et comprises pour ainsi dire dans la même octave.

LIV. Il est donc évident par cette expérience que le rouge étant plus éloigné du centre que le violet, est produit par une plus grande épaisseur de la lame. Or une plus grande épaisseur étant ébranlée produit un moindre nombre de vibrations qu'une plus petite : d'où il faut nécessairement conclure, que la couleur rouge est causée par un moindre nombre de vibrations, que les autres couleurs du même ordre, et que la couleur violette vient du plus grand nombre de vibrations ; de sorte qu'en comparant les couleurs avec les sons, le rouge répond au son le plus grave, et le violet au plus aigu de la même octave. La dernière hypothèse doit donc être censée la plus conforme à la vérité, et comme elle me parut d'abord plus probable, on la pourra admettre dans la théorie de la lumière, comme une vérité suffisamment prouvée.

