



Sur les traces d'un phénomène



Le 13 juin 1773, dans une famille de Quakers de Milverton, dans le Somerset anglais, naquit celui qui, le premier, allait mettre en défaut l'icône qu'était devenu Newton.

Elevé par son grand-père, le jeune Thomas Young eut une scolarité mouvementée. A 6 ans déjà, il estimait que son professeur n'avait ni le talent, ni la volonté d'enseigner quoi que ce soit correctement. Envoyé en pension à Bristol, il dévorait les livres deux fois plus rapidement que ne pouvaient le faire ses enseignants, et, en 1786, alors qu'il n'était âgé que de 13 ans, il fut employé comme tuteur d'un enfant à peine un an plus jeune que lui. Il maîtrisait alors déjà de nombreuses langues étrangères, actuelles (le français, l'italien et l'allemand, ainsi que le turc, l'arabe et le persan) comme anciennes (grecs et latin, bien sûr, mais aussi l'hébreu, le chaldéen ou le samaritain). Il semblait faire du bon travail, car il garda son poste pendant 5 années qu'il mit à profit pour se former parallèlement en mathématiques, en sciences et en histoire.

En 1792, n'ayant plus à remplir son rôle de tuteur auprès d'Hudson Guney, qui resta un ami fidèle tout au long de sa vie, il s'installa quelques temps à Londres, et, un an plus tard à peine, alors que son vingtième anniversaire n'était pas encore passé, il donna ses premières conférences à la Royal Society, dont il fut élu membre le 19 juin 1794. Il étudiait alors la médecine, et entrepris un voyage à travers l'Europe, visitant diverses universités pour enrichir encore ses connaissances. Son périple lui permit de se rendre compte à quel point les sciences britanniques avaient accumulé du retard sur l'Europe continentale en se contentant de la « parole divine » de Newton. Ainsi, en 1796, dans une thèse à l'université de Göttingen, en Allemagne, il écrivit, visant plus particulièrement l'université de Cambridge : « J'ai honte de constater à quel point les mathématiciens étrangers ont surpassé les anglais lors des quarante dernières années dans les branches supérieures des sciences. »

Cela n'empêcha toutefois pas Cambridge d'accepter Young comme étudiant afin qu'il y poursuive ses études de médecine. Celui-ci considérait toutefois en savoir assez à ce sujet, et poursuivi son éducation autodidacte dans les livres de l'immense bibliothèque de l'Université. Ayant hérité d'un grand-oncle, il jouissait alors d'une indépendance financière lui permettant de se consacrer pleinement à son « passe-temps » favori, étancher sa soif de savoir, sans avoir à travailler. Il put ainsi publier de nombreux articles, dans les domaines les plus divers.

En janvier 1800, il publia un article sur le son et la lumière. En novembre de la même année, il expliquait le principe d'accommodation de l'œil et l'astigmatisme. En 1801, il proposa sa théorie sur la lumière et les couleurs, dans laquelle il proposait la vision trichromique : les couleurs que nous voyons sont « enregistrées » sous la forme de combinaisons de trois couleurs différentes. L'année suivante, il présenta une série de cinquante conférences sur la mécanique, l'hydrodynamique, la physique et les mathématiques, le tout en ouvrant un cabinet médical.

Ses consultations ne le freinèrent pas. En novembre 1803, il fit une conférence sur des expériences et calculs relatifs à l'optique à la Royal Society. En 1804, il développa une théorie sur la capillarité, puis modélisa l'angle que fait une goutte d'eau avec une surface plane. En 1807, il publia *A course of lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts*, recueil de plus de vingt mille articles retraçant l'histoire des sciences de



Ondes et signaux

la Grèce Antique jusqu'à son époque. En 1808, il apporta une importante contribution à la compréhension du fonctionnement du système de circulation sanguine, faisant le lien entre vitesse de circulation et pouls.

Trois ans plus tard, après avoir fermé son cabinet médical et intégré le St Georges Hospital, il établit une règle permettant de calculer le dosage d'un médicament destiné à un enfant : On multiplie la dose pour un adulte par l'âge de l'enfant, puis on divise le résultat par l'âge de l'enfant auquel on a ajouté douze.

Young contribua également à l'*Encyclopedia Britannica*, rédigeant notamment un article sur le langage. Après avoir proposé un alphabet phonétique universel, à partir de l'anglais et du français, il compara la grammaire et le vocabulaire de quatre cent langages différents, introduisant le concept de langues indo-européennes. En 1816, il vit passer entre ses mains la pierre de Rosette. Il en traduisit le texte démotique, servant ainsi de référence à Champollion lors de son déchiffrement des hiéroglyphes en 1821. La même année, il étudia l'impact de l'introduction du gaz de ville à Londres, notamment d'un point de vue sécuritaire. 2 ans plus tard, il fut chargé de définir le plus précisément possible la longueur que doit avoir un pendule pour battre la seconde, avant de devenir secrétaire général du bureau des longitudes.

Sur la fin de sa vie, Young parvint à trouver un domaine qu'il n'avait encore jamais exploré, celui des assurances. Il mit notamment au point le concept d'assurance-vie.

Après son décès, le 10 mai 1829, Hudson Gurney, son premier élève, écrivit son épitaphe : *« Un homme comme aucun autre, expert dans quasiment tous les domaines des connaissances humaines. Patient et infatigable, doté d'une faculté de perception intuitive lui donnant une maîtrise dans tous les domaines de recherche des sciences et des lettres. Il est décédé honoré par le Monde pour ses apports considérables. »*

Young a donc eu une vie bien remplie, et de multiples raisons d'être célèbre. On se souvient toutefois de lui pour une expérience, réalisée en 1801, connue sous le nom d'expérience des trous d'Young.

En faisant passer de la lumière à travers un trou, il observait la figure de diffraction qui avait déjà été décrite par le passé. En plaçant deux trous côte à côte, il aurait dû observer la même chose, les deux figures de diffraction se superposant. Or ce n'est pas ce qui apparaissait sur l'écran. Au lieu de visualiser un disque uniformément éclairé, l'écran montrait une succession d'anneaux lumineux concentriques séparés les uns des autres par des zones sombres. En fonction du point de l'écran étudié, on pouvait donc en conclure que de la lumière ajoutée à de la lumière donnait encore plus de lumière (logique), ou alors autant de lumière, moins de lumière, voire pas de lumière du tout (beaucoup moins logique). Young vit dans ce phénomène d'interférences une faille dans le modèle de Newton. Autant la diffraction pouvait trouver une explication corpusculaire, même si elle n'était pas nécessairement simple, autant là, il n'était pas possible d'envisager que deux particules matérielles s'annihilent, l'une effaçant le résultat de l'autre.

Conscient des limites des sciences anglaises, et donc résolu à abandonner le modèle de Newton, Young proposa de revenir à la théorie de Huygens pour interpréter le phénomène.

Si l'intensité de la lumière est toujours positive, son amplitude, dans le modèle ondulatoire, varie entre une valeur positive et son opposé. Et comme le montre l'exemple des vagues à la surface de l'eau, lorsque deux ondes se rencontrent, leurs amplitudes s'ajoutent. Si l'une des ondes a une amplitude positive et l'autre une amplitude négative, l'amplitude totale de la perturbation aura une valeur intermédiaire, et la lumière sera donc moins intense que chacune des deux lumières incidentes. Partant de ce constat, il suffisait à Young de modéliser son expérience.

Et c'est là à vous de jouer...



Étude théorique

1. Schématiser le montage modélisant l'expérience (faite avec du matériel moderne).
 - Placer la source LASER, les deux fentes et l'écran.
 - Placer un point P sur l'écran. La différence de marche sera exprimée en ce point.
 - Indiquer l'écartement a entre les deux fentes, la distance D entre la double fente et l'écran et l'ordonnée X du point P.
 - Tracer le chemin d'un rayon allant de la source S au point P en passant par la fente F_1 et un rayon allant de la source S au point P en passant par la fente F_2 .

On se place dans les conditions suivantes : $\begin{cases} a \ll D \\ X \ll D \end{cases}$

2. Exprimer la différence de marche $\delta = |SS_1P - SS_2P|$ en fonction de D , a et X .

On peut montrer mathématiquement la relation suivante, pour ε petit devant 1 :

$$(1 \pm \varepsilon)^n = 1 \pm n\varepsilon$$

3. Utiliser cette formule pour simplifier l'expression de la différence de marche.
4. En déduire alors l'expression du déphasage φ au point P en fonction de D , a , X et λ .

L'interfrange i est défini comme la distance entre 2 points P_1 et P_2 sur l'écran telle que $\Delta\varphi = |\varphi_2 - \varphi_1| = 2\pi$

5. Déterminer l'expression de l'interfrange en fonction de D , a et λ .

Étude expérimentale

A l'aide du matériel mis à disposition, proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de retrouver expérimentalement la formule de l'interfrange.

Rq : Prendre exemple pour cela sur l'activité sur la diffraction sur une fente.