

II. La vibration lumineuse (ou le signal lumineux)

1) Modèle scalaire de la lumière

La lumière fait partie des ondes électromagnétiques :

- Propagation d'un champ électromagnétique (\vec{E}, \vec{B}) .
- Onde transverse électrique et magnétique : $\vec{E}(M, t)$ et $\vec{B}(M, t)$ sont orthogonaux à la direction de propagation de l'onde, c'est à dire au rayon lumineux passant par M .

Il semble donc naturel d'étudier les phénomènes lumineux en tenant compte du caractère vectoriel de cette onde.

Cependant une telle procédure implique des calculs longs et difficiles qui, en dehors de quelques situations particulières, ne sont menés à terme que numériquement à l'aide de calculateurs très puissants.

Toutefois il est possible de rendre compte d'une grande variété d'expériences en se limitant à une modélisation simplifiée de la lumière appelée *modèle scalaire*. Dans le cadre de cette modélisation, on considère que l'onde lumineuse est correctement décrite par un champ scalaire $a(M, t)$ appelée *vibration lumineuse* ou *signal lumineux* existant au point M et à l'instant t .

- Ce modèle (qui peut apparaître comme une grosse simplification) a une origine historique : les premières tentatives d'explication des phénomènes optiques furent établies en développant des analogies avec les ondes sonores qui étaient déjà connues. Dans une onde sonore, la grandeur qui vibre est la pression P qui est un scalaire. Il était alors facile de transposer directement les résultats acquis pour les ondes sonores aux ondes lumineuses.

- Durant près d'un siècle (1690 - 1810), toutes les expériences réalisées en optique, notamment les interférences et la diffraction étaient parfaitement expliquées par ce modèle scalaire. Ce n'est que vers 1820 qu'on réalisa les premières expériences qui ne pouvaient être expliquées par ce modèle.
- Depuis le XX^{ème} siècle la théorie électromagnétique de la lumière a connu de nombreux développements : les calculs effectués montrent que, dans toutes les situations où le modèle scalaire apporte une explication alternative à la théorie électromagnétique, cette explication apparaît comme une simplification très acceptable mais qui résulte de certaines approximations, dont les conditions de validité ne peuvent être abordées ici.

C'est pourquoi le modèle scalaire des ondes lumineuses porte aussi le nom *d'approximation scalaire*.

Principe de superposition

Dans le cas où plusieurs faisceaux lumineux se superposent dans une région de l'espace, les vibrations lumineuses sont additives : la vibration lumineuse résultante au point M et à l'instant t est la somme des vibrations dues à chacun des faisceaux :

$$a(M, t) = \sum_i a_i(M, t)$$

Cette équation porte le nom de *principe de superposition*.