



James Clerk Maxwell
1831-1879

James Clerk Maxwell est très connu à cause de ses équations en électromagnétique, mais il a également réalisé des travaux sur la perception des couleurs, la théorie cinétique des gaz, la thermodynamique et les anneaux de Saturne.

James Clerk Maxwell

Le physicien et mathématicien écossais James Clerk Maxwell est né le 13 juin 1831 à Édimbourg en Écosse. Peu de temps après, la famille s'installe à Glenlair dans le sud-ouest de l'Écosse où le père possède une maison. Dès son jeune âge Maxwell manifeste une grande curiosité et sa mère s'occupe de son éducation primaire, un rôle souvent assumé par la mère au foyer à l'époque victorienne. Cependant, celle-ci meurt d'un cancer à l'abdomen alors que son fils est âgé de 8 ans. L'éducation de James est alors

prise en charge par Jane Cay, la sœur de sa mère, et par son père John. Ce dernier engage un tuteur âgé de seize ans pour instruire son fils, mais celui-ci le traite durement et se moque de lui. Après avoir renvoyé le tuteur, James est inscrit à l'Académie d'Édimbourg en 1841. Pendant les classes, il loge chez une tante, mais le jeune garçon de dix ans n'est pas heureux à l'école, son accent et son accoutrement de campagnard le font tourner en dérision par les autres élèves. Il est porté à s'isoler, mais devient ami avec Lewis Campbell et Peter Guthrie Tait, appelés eux aussi à un brillant avenir.

En 1847, Maxwell quitte l'Académie et s'inscrit à l'université d'Édimbourg. À dix-huit ans, il contribue à deux articles pour les *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*. Le premier article *On the Equilibrium of Elastic Solids* pose les fondements d'une découverte qu'il réalisera plus tard, soit la biréfringence temporaire dans un liquide visqueux affecté par une contrainte de cisaillement. Le second article est intitulé *Rolling Curves*. Maxwell est encore trop jeune pour être autorisé à monter à la tribune de la société pour présenter son article. C'est son professeur de mathématiques Philip Kelland (1808–1879) qui s'acquitte de cette tâche. Lorsqu'il avait produit son premier article *Oval Curves*, à quatorze ans, c'est son professeur de l'époque, James Forbes, qui en avait fait la présentation.



En 1850, Maxwell entre à l'Université de Cambridge. Il obtient son diplôme du Trinity College en 1854 et peu de temps après, il présente à la Cambridge Philosophical Society un des quelques articles purement mathématiques qu'il publiera, *On the transformations of Surfaces by Bending*. Maxwell s'intéresse aussi à la perception des couleurs et montre à l'aide de toupies colorées que la lumière blanche résulte d'un mélange de lumières rouge, verte et bleue. Pour la première fois, il lit lui-même son article *Experiments on Colour* devant la Royal Society d'Édimbourg en mars 1855. Pour ces travaux, qu'il poursuivra jusqu'en 1872, il reçoit la médaille Rumford en 1860.

Les anneaux de Saturne

En 1855, il devient professeur au Marischal College d'Aberdeen en Écosse. En 1857, le St John's College choisit pour thème du prix Adams une énigme restée sans depuis réponse deux cent ans. Pourquoi les anneaux de Saturne restent-ils stables sans se désagréger, se disperser ou s'écraser sur Saturne? Maxwell passe deux ans sur ce problème. Il prouve qu'un anneau solide ne pourrait être stable et qu'un anneau fluide serait forcé par des ondes mécaniques à se scinder en bulles. Il en conclut, en 1859, que les anneaux doivent être constitués de nombreuses petites particules en orbites indépendantes autour de la planète. Il reçoit le prix pour son essai *On the Stability of Saturn's Rings*¹.

En 1860, le Marischal College fusionne avec le King's College pour former l'université d'Aberdeen. Il n'y a pas de place pour deux professeurs de philosophie naturelle à l'université et Maxwell est congédié. Sa candidature n'est pas retenue pour un poste à l'université d'Édimbourg, mais elle l'est au King's College de Londres où il emménage. Il y demeurera jusqu'en 1865.

Les travaux qu'il réalise à cette université sont les plus productifs de sa carrière. Poursuivant ses recherches sur la perception des couleurs, il produit la première photographie en couleur, celle d'un ruban écossais.

Théorie cinétique et thermodynamique

En 1866, indépendamment de Ludvig Boltzmann, Maxwell formule la *distribution de Maxwell* qui quantifie la répartition des molécules entre les différentes vitesses dans un gaz à l'équilibre thermodynamique global à la température uniforme. C'est une généralisation des lois de la thermodynamique qui permet d'expliquer statistiquement plusieurs observations expérimentales. Ces travaux l'ont amené à formuler une expérience de pensée appelée le *démon de Maxwell* pour suggérer que la seconde loi de la thermodynamique n'est vraie que de manière statistique.

Électromagnétisme

C'est en électricité que Maxwell a réalisé ses travaux les plus importants. Il a formulé mathématiquement les travaux réalisés par Michael Faraday (1791-1867) et André-Marie Ampère (1775-1836). Il en a tiré un système de vingt équations différentielles qui ont été ramenées à quatre équations par la suite. Ces équations, appelées *équations de Maxwell* ont été présentées à la Royal Society en 1864. Elles décrivent le comportement d'un champ électromagnétique et son interaction avec la matière. Ces équations prévoient l'existence d'une onde associée aux oscillations des champs électrique et magnétique. Il écrit :

L'accord des résultats semble montrer que la lumière et le magnétisme sont deux phénomènes de même nature et que la lumière est une perturbation électromagnétique se propageant dans l'espace selon les lois de l'électromagnétisme.

Et l'éther?

Lorsqu'il a réalisé ses travaux sur la lumière, Maxwell pensait que la propagation de la lumière nécessitait un milieu, l'éther, comme support des ondes. Cette hypothèse imposait un référentiel absolu dans lequel les équations sont valides. Cela imposait également que les équations doivent prendre une expression différente si l'observateur est en mouvement. En formulant sa théorie de la relativité restreinte, Albert Einstein a éliminé la nécessité de l'éther comme support des ondes.

1. Dans les années 1980, le programme Voyager va apporter une confirmation expérimentale de cette théorie.