

est tout entier employé à chauffer le fil et doit, par conséquent, se retrouver sous forme de chaleur.

Si W est évalué en kilogrammètres, on voit qu'en désignant par J l'équivalent mécanique de la chaleur, c'est-à-dire le nombre de kilogrammètres correspondant à une calorie, le courant produira par unité de temps un nombre de calories égal à $\frac{RI^2}{J}$.

Cette loi porte le nom de *loi de Joule* qui a trouvé expérimentalement que la quantité de chaleur produite dans un fil par le passage d'un courant est proportionnelle à la résistance du fil et au carré de l'intensité.

Les effets du courant ne se bornent pas toujours à un dégagement de chaleur; si le circuit est formé par une substance décomposable ou contient un appareil capable de produire du travail sous une autre forme, il se produit des décompositions électrolytiques ou de la force motrice. Ces différentes actions du courant peuvent aussi être aisément calculées.

Magnétisme. — Aux phénomènes électriques que nous venons de passer en revue rapidement se rattachent une série de faits étudiés par Ampère : ce sont les actions réciproques entre les aimants et les courants, en un mot, l'*électro-magnétisme*.

Il faut tout d'abord, avant d'entrer plus avant dans l'étude de ces faits, définir d'une manière précise les propriétés des aimants.

On sait en quoi consistent les propriétés générales des aimants ; on trouve dans la nature un minerai de fer Fe^3O^4 qui jouit de la propriété d'attirer le fer doux. Cette propriété peut être communiquée d'une manière temporaire à des barres de fer doux, d'une manière permanente à des barreaux d'acier ; si le fer doux n'est pas absolument pur il persiste un certain degré d'aimantation (*magnétisme rémanent*).

Bien que l'action sur le fer soit la plus énergique, bien d'autres substances sont influencées par les aimants. Les unes sont attirées et sont dites *magnétiques* ou *paramagnétiques*,

les autres sont repoussées ; on les nomme *diamagnétiques*. C'est à Faraday, on le sait, qu'on doit l'étude d'un grand nombre de substances à ce point de vue : il a montré que le fer, le nickel, le cobalt, le manganèse, etc., sont des corps magnétiques, tandis que le bismuth, l'antimoine, le zinc, le cadmium, le mercure, le sodium, le plomb, l'argent, le cuivre, l'or, etc., se placent perpendiculairement à la ligne des pôles et sont, conséquemment, diamagnétiques. Il est d'ailleurs probable que tous les corps pourraient être rangés dans l'une ou l'autre de ces classes, à la condition de prendre des aimants suffisamment puissants. Nous verrons plus loin que différents expérimentateurs ont montré que les substances organiques, le sang, le muscle, le nerf, etc., peuvent être rangées dans l'une ou l'autre catégorie.

Actions magnétiques. — La nature du magnétisme qu'on supposait autrefois être un fluide comme l'électricité, n'est pas mieux connue que celle de cette dernière ; néanmoins, comme on l'a fait pour les phénomènes électriques, on se trouve amené à rejeter les actions à distance ; il n'en est pas moins utile de connaître les lois qui régissent ces actions apparentes et d'avoir des formules qui, tout en ne rendant pas compte du mécanisme intime des phénomènes, permettent, du moins, d'appliquer le calcul aux résultats.

Ces lois ont été étudiées par Coulomb au moyen de sa balance de torsion. On sait qu'un barreau aimanté présente deux pôles non identiques, car un aimant mobile s'oriente sous l'action de la terre, de telle sorte que l'un des pôles se dirige toujours vers le Nord, tandis que l'autre est tourné vers le Sud. On sait, en outre, que les actions magnétiques sont attractives ou répulsives, selon qu'on met en présence deux pôles de mêmes noms ou de noms contraires.

Coulomb conclut de ses expériences que ces actions s'exercent en raison inverse du carré des distances. Il chercha ensuite à étendre cette première loi et à voir si les actions magnétiques ne pouvaient pas, comme les actions électriques,

être rapportées à une formule, c'est-à-dire s'il n'existait pas, pour un aimant, une grandeur déterminée et mesurable.

Il put conclure de ses recherches que les lois des actions élémentaires sont les mêmes pour les masses magnétiques que pour les masses électriques ; tout ce que nous avons dit, par conséquent, au sujet du potentiel électrique peut s'appliquer au potentiel magnétique. Un aimant produira autour de lui un champ magnétique dont chaque point sera caractérisé par une valeur de potentiel magnétique ; il y aura, par suite, des lignes ou des surfaces possédant le même potentiel et qui ont reçu le nom de surfaces *équi-potentielles*, ou surfaces de *niveau magnétique*. Les perpendiculaires à ces lignes équipotentielles sont les *lignes de forces* tangentes en chaque point à la direction de l'énergie attractive ou répulsive de l'aimant.

Si l'on considère une portion d'un champ magnétique peu étendue et située à une grande distance des masses agissantes on pourra, dans cette portion, regarder les lignes de forces comme parallèles et uniformément réparties. Un pareil champ prend le nom d'*uniforme*. Nous en avons un exemple dans le champ magnétique terrestre qui peut être considéré comme uniforme dans la petite région où se place l'observateur.

En chaque point d'un champ magnétique la force est proportionnelle au nombre des lignes de force en un point donné, la force prend le nom d'intensité du champ ; c'est l'intensité de la force qui agirait sur une masse égale à l'unité, placée en ce point.

Nous avons dit qu'on distingue, dans un aimant, deux pôles, c'est-à-dire deux régions où semble s'être accumulé le magnétisme, ces deux quantités étant d'ailleurs de signes contraires ; nous pouvons maintenant définir les pôles d'une façon plus précise. Lorsqu'un aimant se trouve dans un champ uniforme, l'action de celui-ci est représentée par une série de forces parallèles appliquée à toutes les molécules de l'aimant ; celles qui sont appliquées aux masses positives sont toutes de même sens, celles qui sont appliquées aux masses négatives sont de

sens contraire. Ces deux groupes de forces donnent naissance à deux résultantes qui leur sont respectivement parallèles et sont, par suite, de sens contraires. Les points d'application de ces deux forces s'appellent *les pôles*. Tout se passe donc comme si les masses positives et négatives de l'aimant étaient concentrées à ses deux pôles. On appelle axe magnétique la droite qui joint les deux pôles.

Il est évident, d'après cela, qu'un aimant mobile placé dans un champ magnétique uniforme s'orientera de manière que son axe soit parallèle aux lignes de force et, plus généralement, dans un champ quelconque, un aimant mobile et de très petite dimension s'orientera de telle sorte que son axe soit tangent à une ligne de force. Dans l'expérience bien connue et que l'on trouve dans tous les traités de physique, les spectres magnétiques, les grains de limaille s'orientent comme de petits aimants en reproduisant la forme et la direction des lignes de force.

Si, au lieu d'être magnétique, le corps en expérience est diamagnétique, ce corps s'orientera de façon à être traversé par les lignes de force suivant sa plus petite dimension ; c'est ce qu'on observe sur un barreau de bismuth qui se place perpendiculairement aux lignes de force.

Si l'on coupe un aimant en deux parties, l'on constate que chaque moitié constitue un aimant complet : les deux pôles primitifs ont gardé leur signe et il s'est formé, près de la section, des pôles de nom contraire. Si l'on continue à couper l'aimant en un nombre quelconque de fragments, chacun d'eux constitue toujours un aimant complet : tous les pôles nord se sont formés d'un côté, tous les pôles sud de l'autre. Cette expérience montre l'impossibilité de séparer les deux espèces de magnétisme et d'obtenir une certaine quantité de magnétisme sans avoir, en même temps, une quantité de magnétisme contraire qui lui soit égale. Elle montre aussi que le magnétisme est un phénomène moléculaire et qu'un aimant doit être considéré comme une série de molécules aimantées ayant toutes leurs pôles orientés dans le même sens.