

Faraday : créer de l'électricité avec le magnétisme ?

Par Christine Blondel et Bertrand Wolff

L'expérience d'Oersted (gravure)

Un courant électrique crée autour de lui du magnétisme. Telle est la découverte du physicien danois Ørsted en 1820.

Séquence filmée : réalisation du spectre de limaille d'un solénoïde torique

Ainsi un courant peut, comme le ferait un aimant, orienter de la limaille de fer. Mais si un courant crée du magnétisme, n'existe-t-il pas un effet inverse ?

Portrait de Faraday, puis texte de son Mémoire de 1831 ("Recherches expérimentales sur l'électricité")

Quelques physiciens cherchent cet effet inverse avec, comme l'écrit Faraday, "l'espoir d'obtenir de l'électricité à partir du magnétisme".

Dessin

Certains placent un aimant à l'intérieur d'une bobine, espérant voir un courant circuler dans cette bobine. Mais même un galvanomètre sensible ne leur indique aucun courant.

Portrait d'Ampère, puis son appareil utilisé à Genève en 1822 (gravure, surimpressions colorées lors de l'énumération des éléments)

De son côté Ampère, ayant montré qu'une bobine équivaut à un aimant, avait essayé d'utiliser une bobine pour créer un courant dans un deuxième circuit. En 1822 il observe que, lors du passage du courant dans une bobine fixe, il se crée dans un deuxième circuit, un simple anneau de cuivre parallèle à la bobine, un courant "par influence".

Il n'a pas poursuivi l'étude de cette expérience, qui mettait certes en évidence un courant induit, mais dont les résultats étaient incertains.

Portrait de Faraday, puis avec surimpression figurant un aimant

Faraday rapporte, à partir de 1824, plusieurs tentatives pour induire (selon son expression) un courant électrique dans un circuit soit, comme Ampère, par l'action d'un autre courant, soit par l'action d'un aimant. Mais sans résultat !

Électroaimants de Joseph Henry (photographies, puis gravures)

En 1831, le physicien hollandais Gerrit Moll attire l'attention de Faraday sur la puissance extraordinaire des électroaimants que vient de construire le physicien américain Joseph Henry. Ces électroaimants peuvent porter des charges de plusieurs centaines de kilogrammes alors qu'ils sont alimentés par une pile très modeste.

Cette puissance est obtenue par un très grand nombre de spires, plusieurs centaines, qu'il faut soigneusement isoler.

Electroaimant de Sturgeon (gravure)

L'enroulement de l'électroaimant inventé par Sturgeon, en 1824, ne comptait que quelques spires.

L'expérience de Faraday : deux bobines autour d'un anneau de fer (photo, Royal Institution) puis page titre des "Recherches expérimentales" ("Sur l'induction des courants électriques")

Quelques mois plus tard, Faraday utilise également un très grand nombre de spires dans l'expérience célèbre qui lui permet d'obtenir enfin de façon indubitable la création d'un courant induit par l'action d'un autre courant.

Retour à la photo de l'anneau, puis dessin de Faraday (journal de laboratoire) et figure des "Recherches..."

Les deux bobines, qu'il enroule autour d'un anneau de fer, comportent en effet plusieurs centaines de spires chacune – ce qui augmente considérablement, comme dans l'électroaimant, l'effet magnétique du courant.

La première bobine est reliée à une pile, la seconde à un galvanomètre rudimentaire.

Lorsque Faraday *établit* le courant dans la première bobine, l'aiguille du galvanomètre dévie fortement. Mais elle revient tout de suite au zéro. Le courant induit dans la seconde bobine cesse donc très rapidement.

Lorsque Faraday *coupe* le courant dans la première bobine, le galvanomètre dévie à nouveau. Mais en sens inverse.

Dessins : deux bobines autour d'un cylindre de bois. Leur connexion respectivement à pile et à galvanomètre

Serait-il possible d'observer le même phénomène sans noyau de fer ? Faraday fait l'essai en plaçant les deux bobines autour d'un cylindre de bois.

La première bobine est reliée à une pile plus puissante que dans l'expérience de l'anneau, et la seconde est toujours reliée à un galvanomètre.

Lorsque Faraday établit ou coupe le courant dans la première bobine, il observe, écrit-il, un effet "à peine sensible" dans la seconde.

Séquence filmée (au lycée Émile-Zola, Rennes) : induction d'un courant par un courant

Voici cette expérience réalisée avec du matériel d'enseignement. La première bobine est reliée à une pile par l'intermédiaire d'un interrupteur. La seconde est reliée à un galvanomètre.

Tant que les deux bobines sont à distance l'une de l'autre, la fermeture et l'ouverture de l'interrupteur ne provoquent aucune déviation de l'aiguille du galvanomètre.

(Bobines coaxiales, sans puis avec noyau de fer)

Plaçons maintenant la seconde bobine autour de la première.

À l'ouverture et à la fermeture de l'interrupteur, l'aiguille dévie légèrement puis revient immédiatement au zéro.

Ce caractère transitoire du phénomène, conjugué avec la faiblesse du courant produit, permet de comprendre les échecs expérimentaux antérieurs.

Si un noyau de fer est placé à l'intérieur des bobines, les déviations du galvanomètre sont beaucoup plus importantes.

Faraday constate par ailleurs que, lors de l'établissement du courant dans la première bobine, le courant induit dans la seconde est de sens opposé à celui du courant inducteur.

Figures des "Recherches expérimentales..."

Il explore la production de courants induits en faisant varier de diverses manières le magnétisme à l'intérieur de la seconde bobine.

Ainsi il plonge rapidement un aimant à l'intérieur de la bobine,...

Séquence filmée : induction d'un courant par un aimant

... reliée au galvanomètre. Le galvanomètre dévie immédiatement.

S'il retire rapidement l'aimant, l'aiguille dévie dans la direction opposée, puis elle revient au zéro.

Le courant induit s'annule dès que l'aimant est immobile.

Si le déplacement de l'aimant est lent, le courant dure plus longtemps mais son intensité est plus faible, note encore Faraday.

Séquence filmée : aimant tournant devant une bobine, puis bobine tournant devant un pôle d'aimant

En faisant *tourner* l'aimant devant la bobine, on induit un courant *alternatif*.

On peut aussi faire tourner la bobine devant un pôle d'aimant.

Gravure et photo des machines de Pixii (1832) et de Clarke, gravure de la machine de la Cie "Alliance", photo d'un alternateur (1920)

Aimants en rotation et bobines fixes, ou aimants fixes et bobines tournantes... Dans toutes ces machines, des appareils de laboratoire aux premiers générateurs industriels puis aux centrales électriques modernes, *l'induction*, découverte par Faraday, est à l'origine de la production d'électricité.

Retour sur l'anneau de Faraday puis transformateurs pour expériences de cours

Enfin, comme l'anneau de Faraday, un transformateur électrique est constitué de deux bobines enroulées autour d'un noyau de fer doux. Une tension alternative appliquée à la bobine dite "primaire" crée une tension alternative induite dans la bobine "secondaire".

Les premiers transformateurs industriels (gravures)

Les transformateurs industriels - les premiers sont construits à la fin des années 1880 - sont aujourd'hui un élément indispensable des réseaux de distribution de l'électricité.

Mai 2010