

## Le détecteur de métaux dans la recherche des origines

Faculté des Sciences – Département de physique

Koenig Guillaume, Champion Pol

Le thème de ce printemps des sciences 2014 est la recherche des origines, et en particulier l'archéologie. En tant qu'étudiants en physique, l'expérience que nous avons choisi de présenter illustre l'une des applications de la physique en archéologie, le détecteur de métaux. Celui-ci permet aux archéologues, amateurs aussi bien que professionnels, de sonder le sol de manière non destructive et particulièrement aisée. Également utilisé dans bien d'autres domaines de la vie civile ainsi que par les militaires, le détecteur de métaux est un objet qui nous est relativement familier. Cependant, son fonctionnement est complexe, et peu de gens ont une idée, même vague, de la manière dont il marche. Notre but est donc de donner au grand public une idée plus précise de la manière dont peut fonctionner un détecteur de métaux.

### Explication et principe

Il existe une vaste gamme de détecteurs de métaux, qui comprend de nombreux modes de détection et des sensibilités différentes. La grande majorité des détecteurs de métaux fonctionne cependant selon un même principe physique, l'induction électromagnétique. Prise au sens large, l'induction décrit à la fois la création d'une différence de potentiel par un champ magnétique variable (c'est-à-dire l'induction d'un courant, au sens usuel, en présence d'un matériau conducteur), et la production d'un champ magnétique par un champ électrique variable. L'induction électromagnétique est la manifestation du lien fondamental entre électricité et magnétisme, tel qu'il est décrit par deux des quatre équations de Maxwell, les lois de l'électromagnétisme. La formule la plus simple est la loi de Faraday, qui stipule que la différence de potentiel créée dans un circuit (par exemple) par un champ magnétique est égale à l'opposé de la variation du flux de ce champ magnétique à travers le circuit :

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

En combinant les deux effets, on peut donc non seulement induire un courant électrique grâce à un champ magnétique, mais également recréer un courant en faisant varier le champ magnétique.

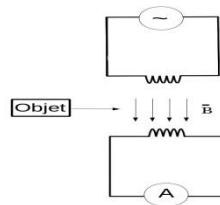
Un détecteur de métaux génère un champ magnétique, induisant des courants qui à leur tour réémettent un champ magnétique, finalement mesuré par l'appareil. Un des éléments importants à faire comprendre est la différence entre les métaux et, par exemple, les plastiques, qui ne sont évidemment pas détectés. La caractéristique commune des métaux exploitée en général est leur conductivité électrique. Pour la plupart des matériaux, l'application d'une différence de potentiel résulte dans le passage d'un courant très faible ou nul, alors que les métaux conduisent très bien le courant. Ainsi, ils réémettent assez facilement un champ magnétique détectable par notre appareil.

Il convient cependant de garder à l'esprit que de nombreux matériaux non-métalliques peuvent conduire le courant, même s'ils ne seront pas détectés pour autant par un détecteur de métaux. Au contraire, certains objets métalliques conduisent mal le courant, que ce soit à cause de leur composition ou de leur forme.

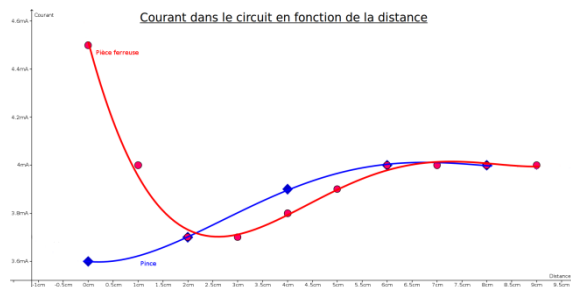
## Expérience

Nous avons tenté de réaliser une démonstration de l'induction la plus simple et didactique possible. Réaliser un véritable détecteur de métaux est une gageure qui demande à la fois des instruments de mesure assez fins et un traitement électronique. Cependant, illustrer le processus reste possible à l'aide de matériel de base : nous n'avons utilisé que du fil électrique et des bobines, ainsi qu'un ampèremètre. A côté de cela, nous nous sommes également procuré un vrai détecteur afin de réellement pouvoir rechercher des objets métalliques.

Nous avons réalisé un montage se composant de deux bobines, afin de produire et recevoir un champ magnétique, l'une reliée sur un générateur alternatif et l'autre sur un ampèremètre. Lorsqu'un métal s'approche, le champ magnétique y induit des courants, accompagnés d'un second champ qui diminue le courant passant dans la deuxième partie du circuit. Pour y voir plus clair, voilà le schéma de l'expérience :



Les mesures réalisées sont illustrées par le graphique ci-dessous. On voit que même avec la simplicité de l'expérience, la lecture est nette : le courant diminue quand on approche un métal. Pour ce qui est de la pièce ferreuse, d'autres effets entrent en compte lorsqu'elle est placée entre les bobines : comme le fer conduit bien le champ magnétique, l'effet inverse se produit (une augmentation du champ au lieu d'une diminution).



Les différents types de détecteurs se distinguent par la façon dont ils détectent la modification du champ magnétique induites par la présence d'un métal. De nombreux détecteurs mesurent la fréquence du courant dans le circuit secondaire ; d'autres, composés d'une seule bobine, émettent une brève impulsion et détectent le signal de retour.