Travaux Pratiques Encadrés

2006 - 2007

Les détecteurs de métaux

DJOTNI Rémy
FILIPIAK Julien
MILLECAMPS Alexandre

Problématique : Quelles sont les caractéristiques influençant le fonctionnement d'un détecteur de métaux ?

Sommaire :

I. Présentation

1.1 Description

1.2 Analyse fonctionnelle

II. Fonctionnement

2.1 Principe

2.2 Exemples de fonctionnement

III. Expérience

IV. Conclusion

I) Présentation

Un détecteur de métaux est un appareil permettant de localiser différents objets dans différents environnements (terre…) à des distances variées. On peut par exemple l'utiliser pour retrouver des objets perdus (une bague, des clés…), des objets enfouis dans le sol,
pour rechercher d'éventuelles tuyauteries derrière une cloison, avant de démolir celle-ci ou d'y percer un trou, ou encore pour chercher des résidus d'armes militaires qui n'auraient pas explosé, durant les dernières guerres. Dans les scieries, on utilise le détecteur sur les arbres, pour ne vérifier qu'aucune balle ou autres objets métalliques ne s'y est introduit à cause des guerres ou de la chasse, afin de ne pas casser la lame

Les archéologues utilisent également les détecteurs de métaux avec lesquels ils trouvent des objets pouvant remonter jusqu'à l'époque romaine, des pièces de monnaie anciennes, des bijoux, des dés à coudre… Il existe également des détecteurs permettant de rechercher d'éventuels débris métalliques pour les industries alimentaires ou du textile.
Les entreprises de déchetterie utilisent des détecteurs stationnaires permettant de mieux trier des déchets. Également, les grands chantiers utilisent des magnétomètres permettant la détection des objets profondément enfoncés, du moment qu'ils soient constitués même de très peu, de fer ou d'acier. Ils peuvent détecter jusqu'à 2,50m de profondeur !

Cependant il existe des réglementations et des lois limitant l'utilisation des détecteurs, notamment dans le cadre de l'archéologie : vous pourriez découvrir des objets en rapport avec l'Histoire, d'où le besoin d'une autorisation spéciale :

« Nul ne peut utiliser du matériel permettant la détection d'objets métalliques, à l'effet de recherches de monuments et d'objets pouvant intéresser la préhistoire, l'histoire, l'art ou l'archéologie, sans avoir, au préalable, obtenu une autorisation administrative délivrée en fonction de la qualification du demandeur ainsi que de la nature et des modalités de la recherche. »

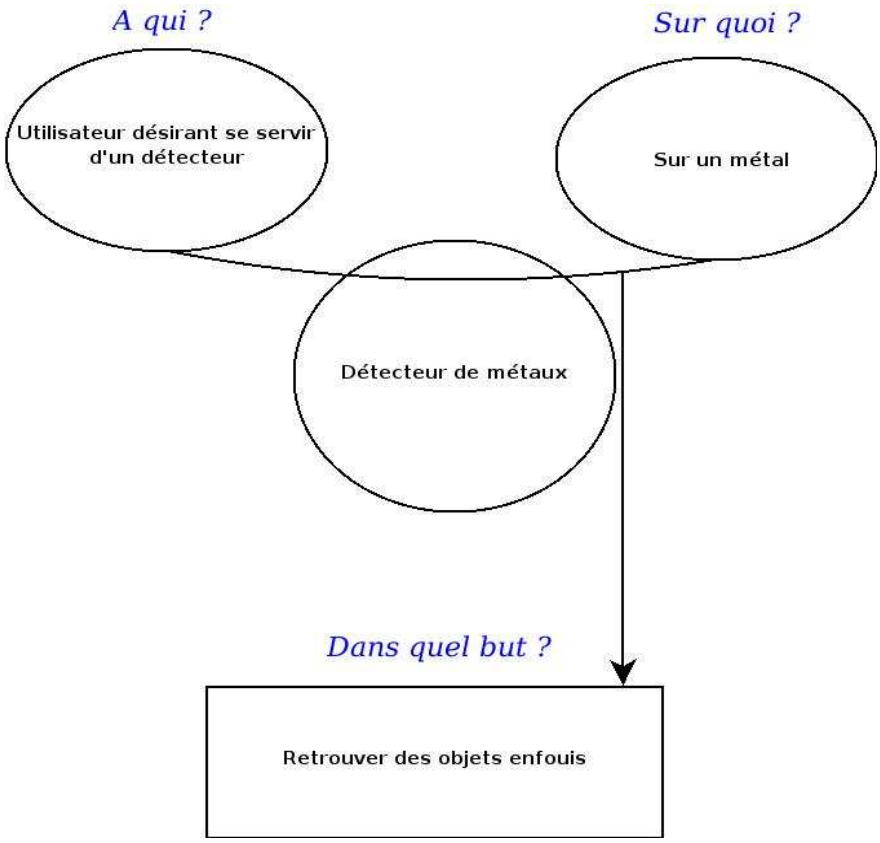
Loi N° 89-900 du 18 décembre 1989 relative à l'utilisation des détecteurs de métaux,

Article 1er

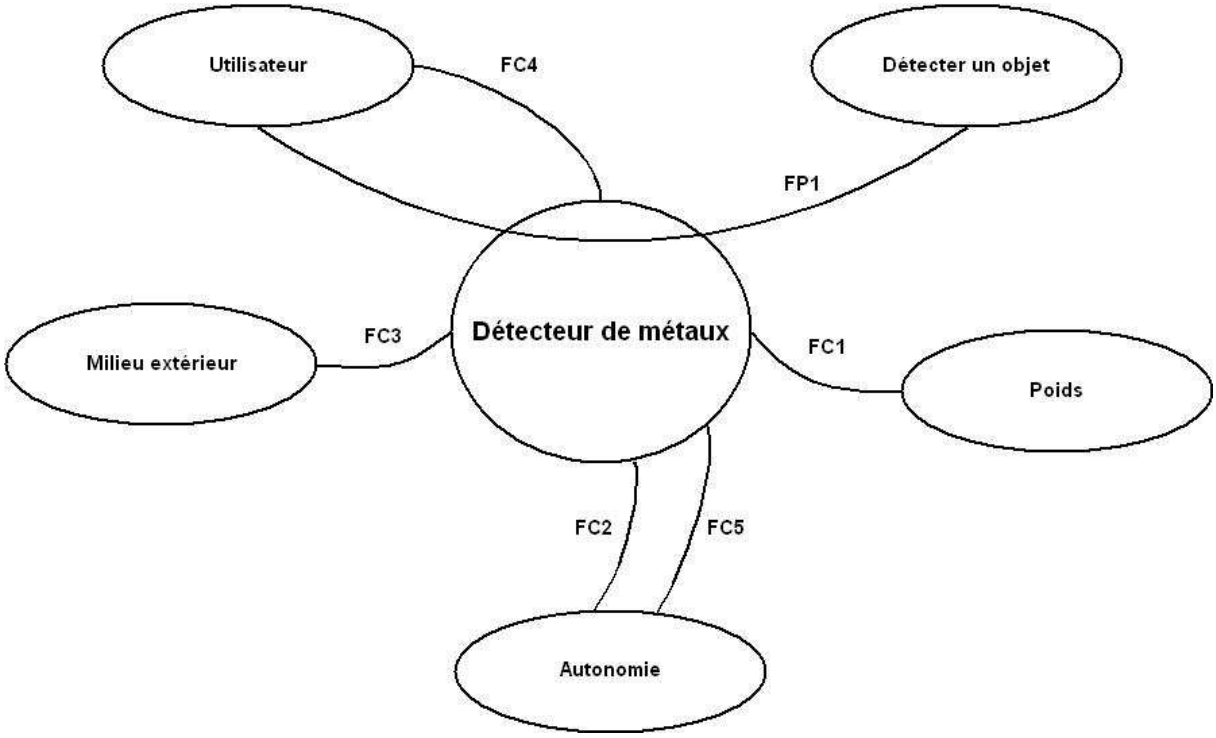
Analyse fonctionnelle

Enoncé du besoin : **la bête à corne**

Du point de vue de l'utilisateur :



Le graphe d'interactions



FP1 : Permettre à l'utilisateur de détecter un objet métallique.
FC1 : Etre léger.
FC2 : Avoir une grande autonomie.
FC3 : Résister aux agressions du milieu extérieur.
FC4 : Etre ergonomique.
FC5 : S'adapter à une source d'énergie électrique.

(Rappel : FP = Fonction Principale, FC = Fonction Contrainte)

Attention cependant, ce diagramme n'est valable que pour des détecteurs de métaux comme celui de la photo de droite dans la présentation.

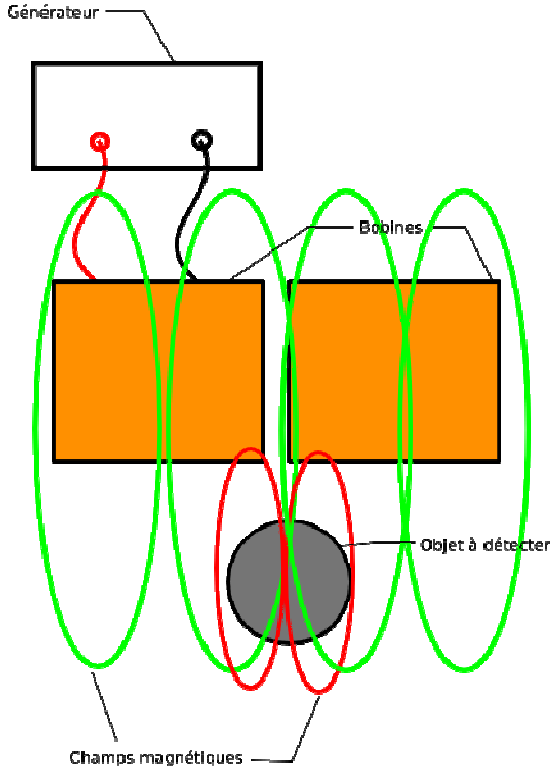
II) Fonctionnement

Principe

Les détecteurs de métaux, composés en général de deux bobines, fonctionnent en utilisant le phénomène physique de **l'induction électromagnétique** : lorsqu'un objet métallique est parcouru par un courant, il crée un champ magnétique. Si l'on traverse ce champ magnétique avec un métal, un courant est induit dans ce métal, ce qui crée aussi un champ électromagnétique, qui tend à s'opposer au premier (c'est la loi de Lenz).

Ainsi, dans un détecteur, on peut se voir confronté à 2 méthodes. L'une consiste à alimenter une des bobines avec un courant alternatif sinusoïdal. On analyse le décalage de phase créé dans la deuxième bobine pour savoir si un métal a été détecté.

L'autre consiste à faire passer un courant continu dans la première bobine. En bougeant le système, un courant est induit dans l'objet qui génère un champ magnétique. Celui-ci perturbe le champ de la seconde bobine et on analyse ensuite l'intensité du courant afin de savoir si un métal a été détecté (voir schéma ci-dessous).



Créer un détecteur, plusieurs systèmes

Détecteurs à battements de fréquence

Ceux sont les détecteurs qui ont été les premiers à apparaître du fait de leur simplicité de mise en œuvre mais sont aussi les moins sensibles. Ici deux oscillateurs sont utilisés, fixés à une certaine fréquence, mais l'un est sensible aux champs magnétiques. On compare alors le signal de référence, correspondant au premier oscillateur, à celui du deuxième oscillateur pour savoir si un métal a été détecté.

Détecteurs de métaux à basse fréquence

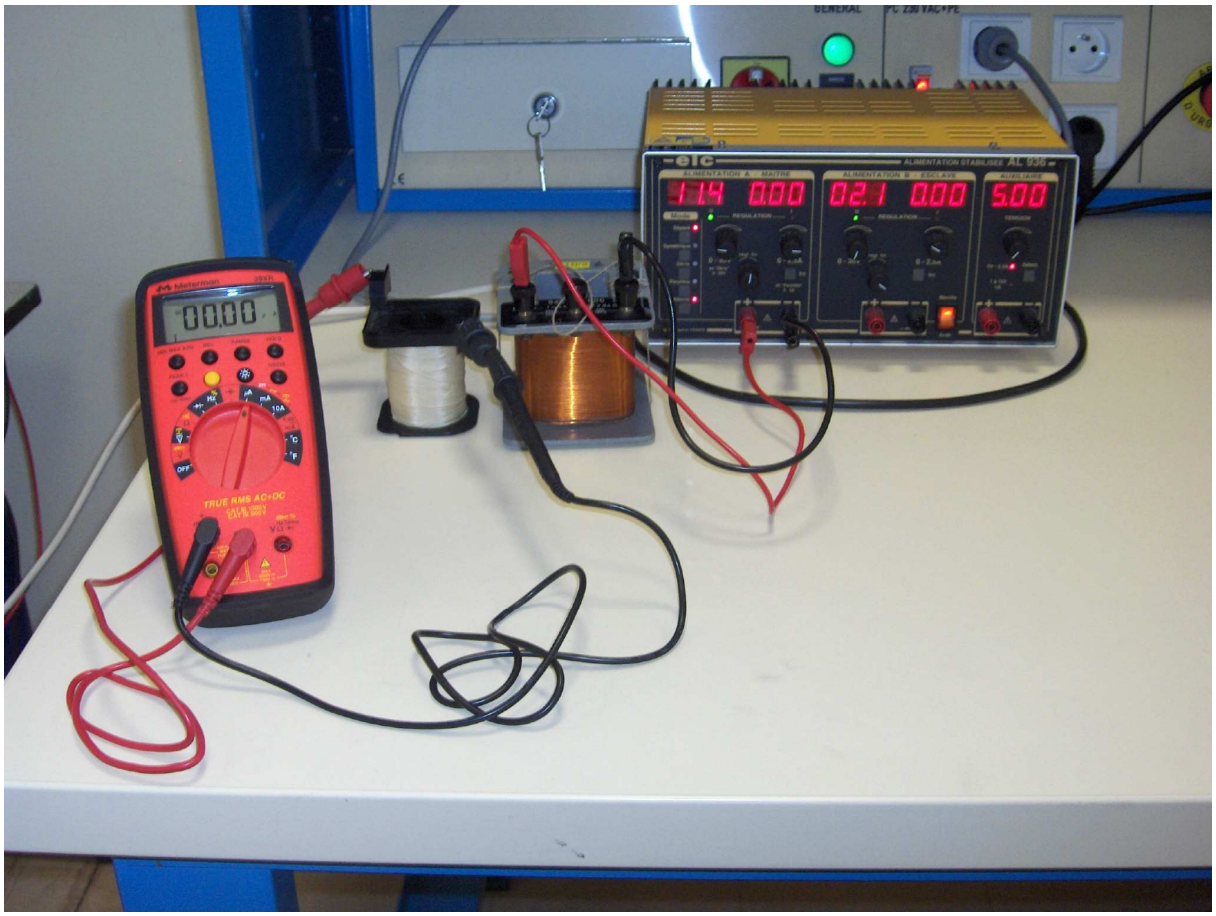
Le principe a déjà été énoncé plus haut : ces détecteurs sont composés de deux bobines, une émettrice et une réceptrice. La bobine émettrice est parcourue par un courant alternatif sinusoïdal ; la fréquence est inférieure à 30kHz. Le signal perçu par la bobine réceptrice est déphasé par rapport au signal émis : ce déphasage dépend des métaux et permet ainsi de les discriminer (savoir quel est le type de métal détecté).

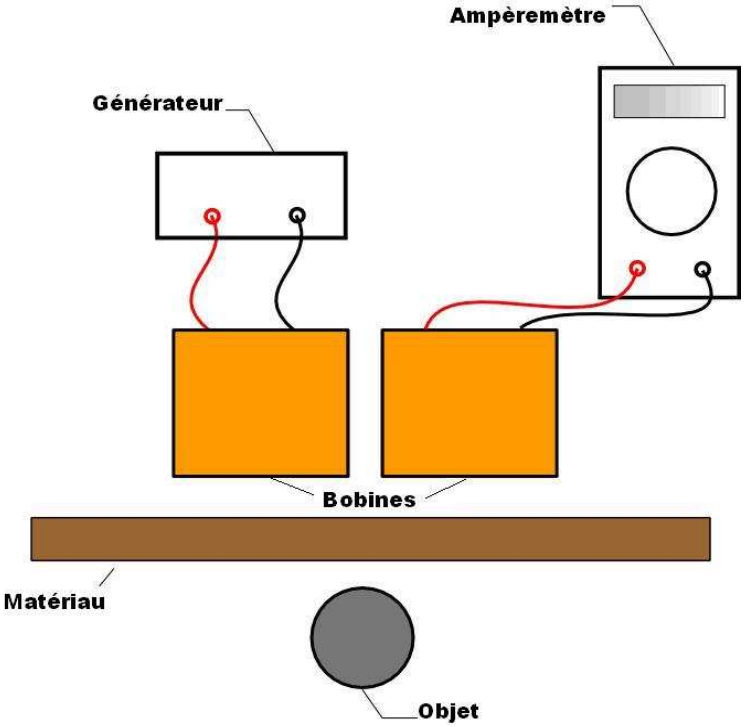
Détecteurs de métaux à induction pulsée

Ils ne nécessitent qu'une seule bobine et sont très performants dans la recherche en grande profondeur : ils peuvent détecter jusqu'à 1,50 mètres sous le sol. Une puissante impulsion de courant est envoyée dans la bobine. Chaque impulsion génère un champ magnétique très bref. Quand l'impulsion prend fin, la polarité du champ s'inverse et s'écroule soudainement ce qui provoque un pic de courant, l'impulsion de retour. Celui-ci dure quelques microsecondes et cause un autre courant à travers la bobine. Le processus se répète. Si le détecteur est au dessus d'un objet métallique, l'impulsion crée un champ magnétique opposé dans l'objet. Quand l'impulsion s'arrête, le champ magnétique de l'objet augmente la durée de l'impulsion de retour. Un circuit test permet de contrôler la durée de l'impulsion de retour. En la comparant avec la longueur de départ, le circuit détermine si un autre champ magnétique a rallongé le temps de décroissance de l'impulsion de retour.

III) Expérience

Le but de notre expérience est donc d'essayer de déterminer les caractéristiques qui peuvent influencer le fonctionnement d'un détecteur de métal. Pour cela, nous ferons d'abord varier la taille de l'objet, la distance entre l'objet et les bobines puis nous interposerons entre les bobines et l'objet un matériau. Voici donc un schéma expliquant comment nous allons procéder ainsi que quelques photos du montage.



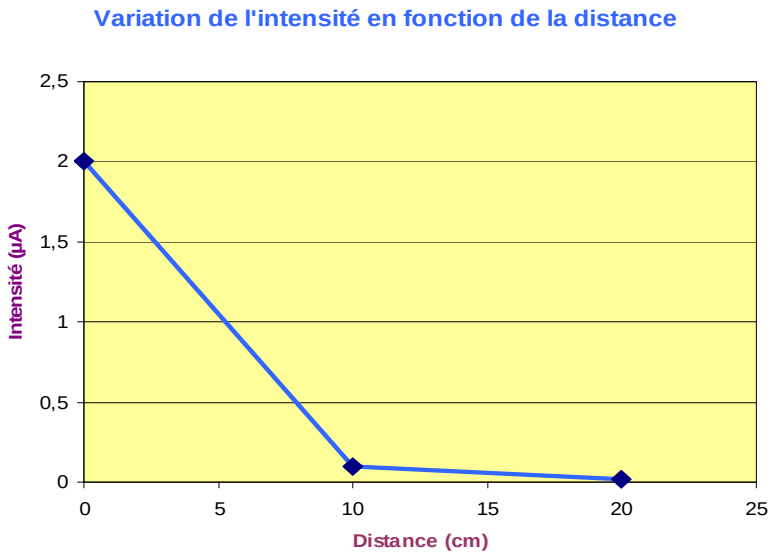


Comme expliqué plus haut (cf. II), la bobine de gauche (sur le schéma), parcourue par un courant continu, émet un champ magnétique. Le champ magnétique de l'objet perturbe le champ de la seconde bobine. Nous analysons ainsi l'intensité du courant produit.

Résultats des mesures sur la maquette

On utilise un générateur réglé à une intensité I = 2,0A et une tension U = 5,5V. On obtient les résultats suivants.

Distance (cm)	0	10	20
Intensité (µA)	2,00	0,10	0,02



Matériau	Nombre	Intensité
Papier (livre)	1	0,30 µA
	2	0,20 µA
Plastique (bac plastique)	1	0,22 µA

IV) Conclusion

D'après l'expérience que nous avons faite, nous pouvons constater qu'il existe de nombreuses caractéristiques qui influencent les détecteurs de métaux. Nous avons principalement joué sur la distance et sur la diversité des matériaux du milieu (livres, plastique, …). Mais par notre manque de temps et de matériel perfectionné, nous n'avons pas étudié d'autres facteurs d'influences tels que la vitesse de balayage et le type de métal : il semble en effet que plus on balaye vite la surface à détecter, plus on décèle l'objet, et que certains matériaux, pourtant métalliques ne sont pas perceptibles par le détecteur de métaux !