

## A quoi pensez vous qu'elle va servir ? ... ..à rien !



Malgré nos sens nous sommes insensibles aux ondes électromagnétiques ; leur existence nous est décelée par leur interaction avec la matière.

Par raisonnement mathématique, James MAXWELL établit en 1873 que toute perturbation électrique donne naissance à des oscillations électromagnétiques de fréquences diverses, qui rayonnent dans l'espace comme la lumière. Quelques années plus tard, Heinrich HERTZ vérifie par l'expérience les théories de MAXWELL.



Il ne vit pas l'application de son dispositif et de sa découverte qui allaient permettre les télécommunications au XX<sup>e</sup> siècle. Il se contenta de noter que « cela n'a aucune espèce d'application. C'est juste une expérience qui permet de prouver que le maître Maxwell avait raison : « nous avons simplement ces ondes électromagnétiques mystérieuses que nous ne pouvons voir à l'œil nu. Mais elles sont là. »



### — Compétences mises en jeu durant l'activité : —

#### Compétence(s) spécifique(s) :

- ✓ Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre un capteur ou un dispositif de détection.

#### Compétence(s) expérimentale(s) :

- ✓ S'approprier : Rechercher et extraire l'information en lien avec une situation donnée.
- ✓ Réaliser : Choisir le matériel le plus adapté à une situation donnée.
- ✓ Communiquer : Présenter, formuler et argumenter la démarche, la conclusion.

## La capitale expérience de Hertz

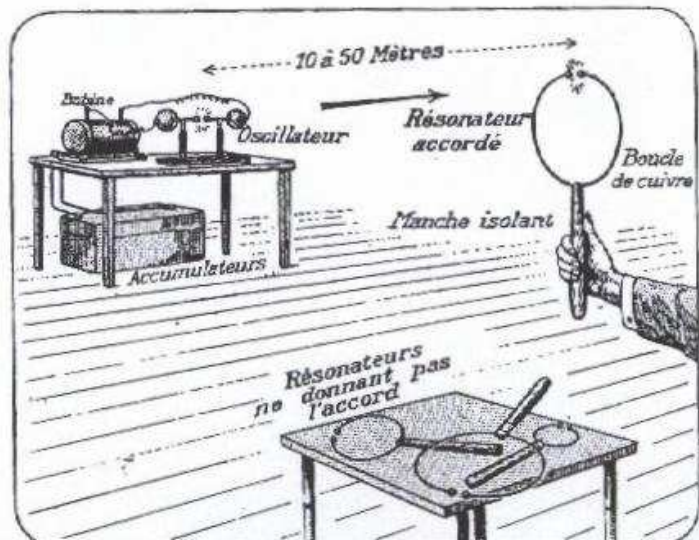
### Approche historique :

Les physiciens se sont alors attaqués à deux questions : quelle est la nature de cette onde et comment interagit-elle avec la matière ? La réponse est donnée par Maxwell, qui fournit une réelle théorie de la lumière. Écrites en 1864, les équations de Maxwell permettent d'englober dans un même cadre électricité et magnétisme. Ces équations prédisent qu'un champ magnétique oscillant est toujours associé à un champ électrique oscillant et que tous deux se propagent de concert sous forme d'une onde « électromagnétique ». La vitesse de propagation de ces ondes, calculée par Maxwell, s'avérant très proche de la vitesse de la lumière, celui-ci suggère alors que la lumière est une onde de ce type. Peu après, en 1888, Heinrich Hertz montrera l'existence de ces ondes électromagnétiques et le rapprochement avec la lumière suivra rapidement.

**Expérience de Hertz** : Hertz réalise un oscillateur à l'aide d'une bobine et d'un condensateur composé de deux sphères. Les oscillations du courant électrique dans ce dispositif sont à l'origine d'une onde qu'il détecte avec un petit résonateur composé d'un anneau métallique presque refermé. Le courant créé par l'onde dans cette antenne provoque une étincelle.

La théorie de Maxwell ne se contente pas d'établir que la lumière est associée à l'oscillation rapide d'un champ électrique et d'un champ magnétique.

Elle permet aussi de comprendre comment les ondes électromagnétiques sont couplées avec la matière, c'est-à-dire ce que sont les sources de ces ondes et comment celles-ci agissent sur la matière. Les ondes électromagnétiques sont émises par des charges électriques accélérées, par exemple un courant oscillant dans une antenne d'émission. Réciproquement, une onde électromagnétique met en mouvement des charges électriques. C'est ainsi que les ondes radio créent un courant électrique oscillant dans les antennes de réception.



1905, les trois percées d'Einstein Le photon

<http://www2.cndp.fr/themadoc/einstein/photon.htm>

### Situation-problème :

« Aujourd'hui vous êtes autorisés à placer votre téléphone portable sur la table, mais dans un seul but ? ...  
...Mettre en œuvre un dispositif de détection des ondes électromagnétiques qu'il émet, après l'avoir élaboré ! »

### Consignes :



- Extraire les informations utiles du document d'introduction
- Dans le cahier de laboratoire, proposer un protocole expérimental et rédiger les observations sur l'expérience.
- Dans la conclusion, définir ces ondes, puis exposer leurs différentes caractéristiques.

## Coups de pouce !

### Document 1 :

« ...Le courant électrique circulant dans les deux sphères constituant le condensateur de l'oscillateur de Hertz avait la forme de la figure ci-contre et sa pseudo période était voisine de  $10^{-9}$  seconde.

De ce fait, le dispositif rayonnait autour de lui, une onde électromagnétique, d'une fréquence de l'ordre du giga hertz, soit de 30 cm de longueur d'onde. ...»



[http://www-lemm.univ-lille1.fr/physique/ondes\\_enligne/chapitre7/ch7\\_5\\_2.htm](http://www-lemm.univ-lille1.fr/physique/ondes_enligne/chapitre7/ch7_5_2.htm)

### Document 2 :

Depuis l'invention des premières liaisons hertziennes par Marconi en 1895, notre univers quotidien baigne dans les ondes électromagnétiques : télévision, bande FM, téléphonie mobile, CB, réseaux informatiques...

Selon les opérateurs, les téléphones portables émettent sur différentes bandes du spectre électromagnétique.

- Les abonnés SFR et Orange vont émettre dans la bande des 900MHz (entre 872 et 960MHz) pour le GSM (réseau 2G) et 2100 MHz pour l'UMTS (réseau 3G).
- Les usagers de Bouygues Telecom utilisent la bande des 1800MHz (entre 1710 et 1875MHz).

### Document 3 :

#### **Emission et détection : les antennes**

Les ondes électromagnétiques se propagent dans notre environnement. Mais pour les utiliser, les hommes ont appris à les émettre et à les détecter à l'aide d'antennes. Le résonateur d'Heinrich Hertz est la première réalisation d'antenne d'ondes électromagnétiques. Le terme «antenne» fut lui inventé par G. Marconi, un physicien italien.

Il faut différencier les antennes cadres entre trois catégories : les cadres électriquement petits, les cadres électriquement grands et les cadres de dimension intermédiaire.

Les cadres électriquement petits sont ceux dont la longueur totale (nombre de tours fois la circonférence) est inférieure au dixième de la longueur d'onde.

Les cadres électriquement grands sont ceux dont la circonférence est environ égale à la longueur d'onde, on les classe dans la catégorie des antennes en forme de boucles résonantes.

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Antenne\\_cadre](http://fr.wikipedia.org/wiki/Antenne_cadre)

### Document 4 :

Les ondes électromagnétiques peuvent être détectées à l'aide d'un simple fil de cuivre branché sur un oscilloscope,

### Questions d'aide : pour exposer les différentes caractéristiques des ondes électromagnétiques

Depuis la naissance de l'univers, les ondes électromagnétiques existent. Tous les appareils électriques qui nous entourent en émettent, et en particulier les téléphones portables.

1. Qu'est ce qu'une onde électromagnétique ?
2. Quels sont les différents types d'ondes électromagnétiques ? En quoi sont-elles différentes ?
3. Comment nomme-t-on les ondes électromagnétiques que les téléphones portables reçoivent et émettent ?  
A quelle catégorie appartiennent-elles ?
4. Quel phénomène crée une onde électromagnétique ?
5. L'onde électromagnétique se déplace. Expliciter. Que transporte-t-elle ?

# A quoi pensez vous qu'elle va servir ? ... ..à rien !



## Aide au professeur

### Introduction

...Le mobile envoie des impulsions d'information numérique en mettant rapidement des ondes radio plutôt comme un signal en Morse rapide. Votre texte ou vocal est également convertie en une série d'impulsions numériques et envoyées sur le réseau.

Le signal est un signal modulé en fréquence par le signal numérique correspondant à l'information échangée.

### Simple détecteur d'ondes radio

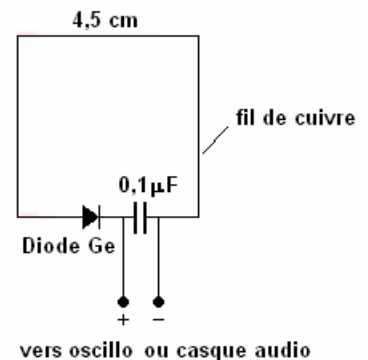
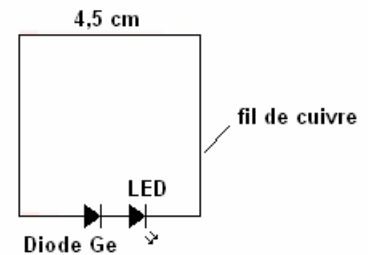
La boucle se compose d'environ une longueur d'onde de fil. Les dimensions ne sont pas critiques. Les deux extrémités sont reliées directement à un circuit série simple constitué d'une luminosité élevée LED en série avec une diode en germanium.

### Fonctionnement

Quand une onde radio passe à travers un objet en métal des champs électromagnétiques provoquent l'oscillation des électrons dans le métal, ce qui provoque de petits courants alternatifs induits de même fréquence dans le métal : la tension induite dans l'antenne est assez grande pour allumer la LED. Le circuit d'accord qu'est la boucle de résonance nécessite une capacité faible.

Pourquoi la deuxième diode au germanium? Elle est nécessaire même si la LED est une diode avant d'être électroluminescente : La LED a une capacité relativement élevée à ces fréquences élevées, ce qui n'est pas le cas de la diode au germanium.

Remarque: le réseau 2G est assez puissant pour allumer la LED.



### Enregistrement des données

Une simple modification à l'aide d'un condensateur permet d'enregistrer le signal.

### Ressource

Simple demonstration to explore the radio waves generated by a mobile phone.

Jonathan Hare, Sussex University, Department of Physics, Falmer, Brighton

<http://www.creative-science.org.uk>

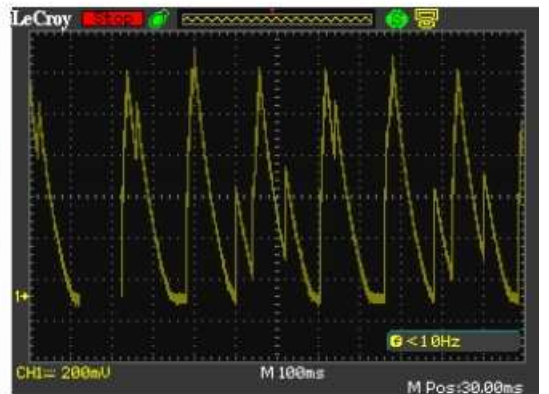
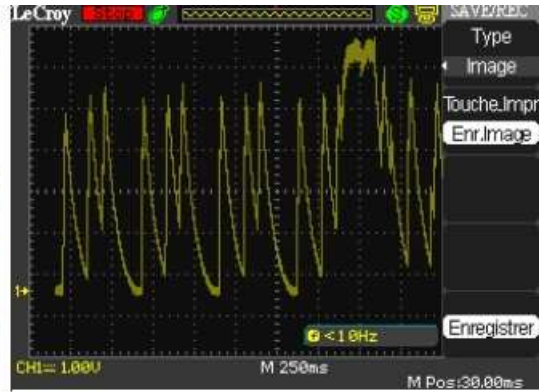
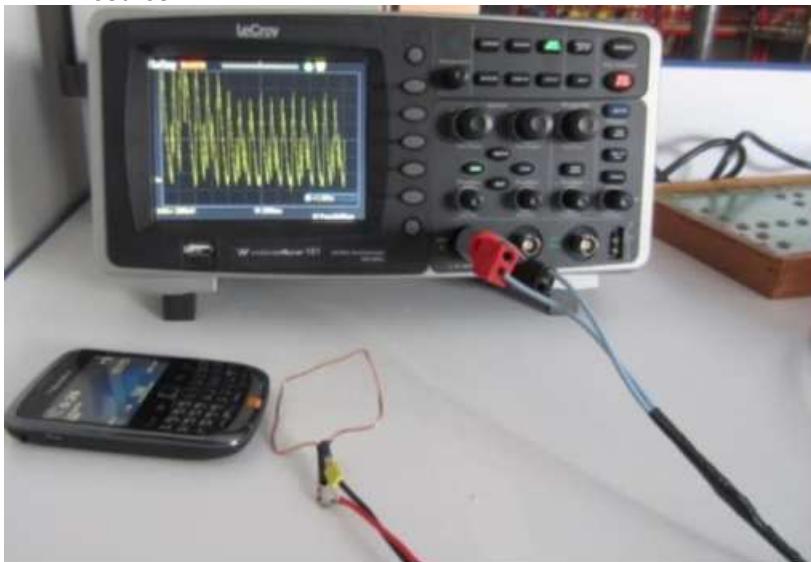
### Aperçus des résultats

- Détection des ondes.



Photos : Lycée Jean Guéhenno 61FLERS

• Mesures.



Photos : Lycée Jean Guéhenno 61FLERS