

# EI3n – CRÉER UNE TENSION ELECTRIQUE

TI-Nspire™ - TI-Nspire™ CAS

**Mots-clés :** acquisition de données, expérimentation assistée par ordinateur, magnétisme, aimant, Faraday, force électromotrice induite, courant induit.

**Fichiers associés :** EI3n\_Aimants.tns, EI3nElev\_Aimants.pdf

## 1. Objectifs

- Comprendre le principe de l'induction électromagnétique et le fonctionnement d'une application dans la vie du citoyen ;
- Utiliser l'unité nomade TI-Nspire reliée à un capteur de mesures pour réaliser une acquisition de données.

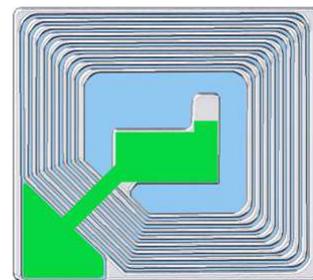
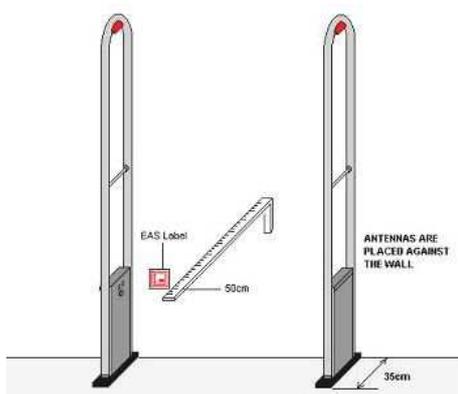
## 2. Commentaires

La conduite de cette activité à l'aide de la plate forme scientifique TI-Nspire, nécessite de posséder :

Unité nomade	Ordinateur
Adaptateur « easy link » Capteurs Vernier Capteur de tension Fil de cuivre, aimant cylindrique (neodyne)	Adaptateur « Go ! link » Capteurs Vernier Capteur de tension Fil de cuivre, aimant cylindrique (neodyne)

## 3. Mise en œuvre (30 minutes)

### a) Méthode d'investigation



Quelles sont ces curieuses étiquettes que je trouve dans les objets que j'achète en grande surface ?

Et quelle peut bien être leur utilité ?

Si je retourne dans le magasin où j'ai acheté l'objet en portant sur moi ce type d'étiquette, j'observe qu'en passant lentement entre les portiques de sécurité, ceux-ci déclenchent le système d'alarme. Comment expliquer simplement ce phénomène ?

### b) Préparation de l'expérience

En 1831, Michael Faraday découvre les lois de l'induction électromagnétique. Un circuit (bobine) soumis à un flux magnétique  $\Phi$  (issu d'un champ magnétique variable) subit une force électromotrice.

Le champ magnétique variable est ici créé par la chute d'un aimant cylindrique dans un tube de plastique (tube utilisé pour protéger un thermomètre) autour duquel on enroule soigneusement un fil de cuivre.

On réalise une trentaine de tours en prenant soin de bien enlever à l'aide d'un papier de verre le vernis recouvrant le fil de cuivre aux deux extrémités de la bobine.



### c) Réalisation de l'expérience

La sensibilité de la sonde de tension est de 0.01 volt et la calculatrice TI-Nspire possède une grande résistance interne, ce qui s'avère particulièrement intéressant pour ce type d'investigation.

Mettre l'unité nomade TI-Nspire sous tension et connecter la sonde de tension à l'adaptateur « easy link » connecté quant à lui au port USB.

Brancher la sonde de tension aux extrémités de la bobine (la polarité n'a pas d'importance).

Insérer une nouvelle application **Données & statistiques**.

Appuyer sur les touches **(ctrl) [D]** si la console d'acquisition de données ne s'ouvre pas automatiquement lorsque l'adaptateur « easy link » est connecté à la calculatrice.

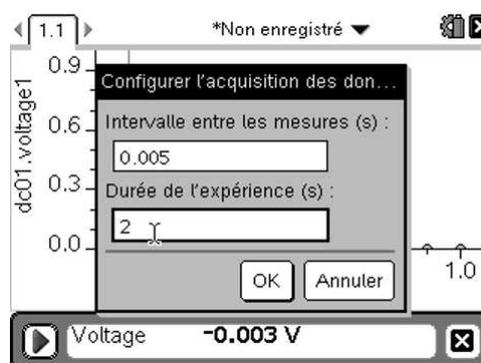


Cliquer sur les axes pour représenter en abscisses, les données correspondant au temps et en ordonnées celles correspondant à la tension.

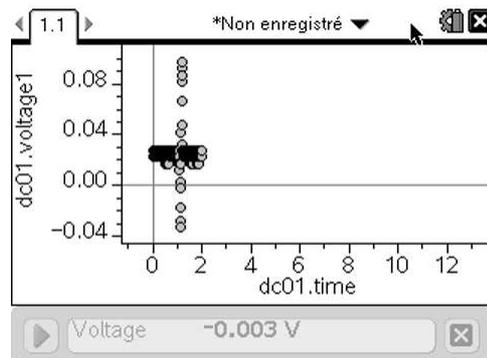
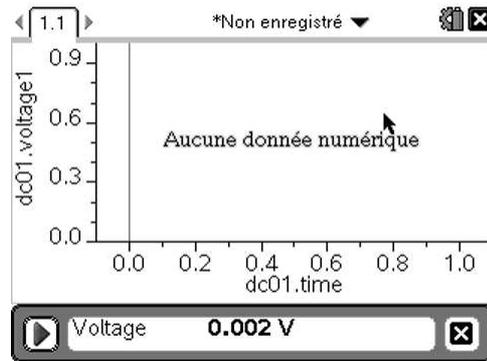
Paramétrer l'acquisition de façon à prélever une mesure toutes les 0.005 secondes pendant 2 s (touche **(menu)**).

Appuyer sur la touche **[▶]** et démarrer une acquisition.

Incliner le tube pour laisser passer l'aimant à travers la bobine.



Utiliser les réglages de la fenêtre graphique (menu 4 : Fenêtre) pour réaliser dans un premier temps un (ZOOM 9 : Données) que l'on affinera ensuite autour du pic de tension.



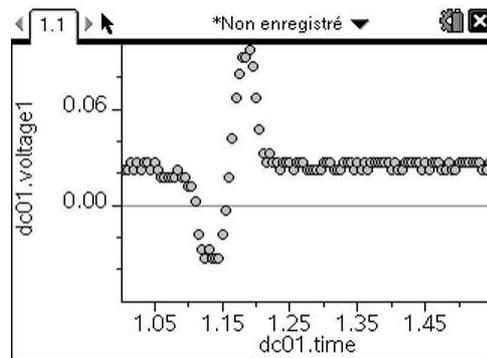
**d) Exploitation des résultats**

Lorsque l'enroulement est coupé par un champ magnétique, une tension est induite aux bornes de cet enroulement. Cette tension est proportionnelle au nombre de spires constituant la bobine ainsi qu'au taux de variation du flux magnétique.

La tension induite engendre alors un courant électrique (si celui-ci peut circuler) dit alors « courant induit » qui tend à s'opposer aux variations du flux inducteur. (Si le flux extérieur diminue, on ajoute un flux positif. Si le flux extérieur augmente, au contraire on ajoute une valeur négative.)

Michael Faraday découvrit le phénomène d'induction en 1831. Il établit que la force électromotrice produite le long d'un chemin fermé est proportionnelle au taux de variation du flux magnétique.

$$e = - \frac{d\Phi}{dt}$$
 où  $\Phi$  représente le flux magnétique en exprimé en Wb (weber). Le signe (-) exprimant la loi de Lenz signifiant que la tension induite s'oppose par ses effets à la cause qui lui donne naissance.



### e) Interprétation graphique

L'interprétation graphique des données peut conduire à examiner si les maxima de tension induite dépendent de la vitesse de chute de l'aimant ou bien si la tension induite est d'autant plus importante que le temps de passage de l'aimant dans la bobine est court.

Il peut alors être intéressant de vérifier si :

$E = N \times \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  que l'on peut mettre sous la forme  $E \times \Delta t = N \times \Delta\Phi$ . ( $N$  : représente le nombre de spires de la bobine.)

Si nous supposons que les deux pôles de l'aimant ont une force équivalente, la relation ci-dessus signifie que l'aire entre les deux pics de tension et l'axe des temps est la même. (Voir activité de l'élève.)

### f) Conclusion

Lors d'un achat dans un supermarché, un fil électrique constitue la bobine. Le champ magnétique est créé par des bobines noyées dans les arceaux du portique à l'entrée du magasin. Lorsqu'un objet passe par ce portique, le flux magnétique est modifié et une tension induite générée.

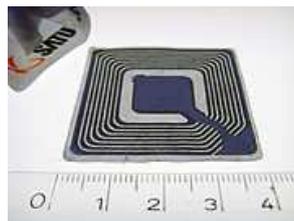
Un système électronique analyse l'information. Si celle-ci correspond aux dispositifs antivols acquis par l'enseigne, l'alarme se déclenche.

Des dispositifs plus modernes et coûteux peuvent être mis en œuvre par exemple, la **radio-identification** plus souvent désignée par le sigle **RFID** (de l'anglais *Radio Frequency IDentification*) est une méthode pour mémoriser et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés « radio-étiquettes » (« *RFID tag* » ou « *RFID transponder* » en anglais). Les radio-étiquettes sont de petits objets, tels que des étiquettes autoadhésives, qui peuvent être collées ou incorporées dans des objets ou produits et même implantées dans des organismes vivants (animaux, corps humain). Les radio-étiquettes comprennent une antenne associée à une puce électronique qui leur permet de recevoir et de répondre aux requêtes radio émises depuis l'émetteur-récepteur.

Ces puces électroniques contiennent un identifiant et éventuellement des données complémentaires.

Cette technologie d'identification peut être utilisée pour identifier :

- les objets, comme avec un code à barres (on parle alors d'étiquette électronique) ;
- les personnes, en étant intégrée dans les passeports, carte de transport, carte de paiement (on parle alors de carte sans contact).



### g) Prolongement possible

Les élèves peuvent essayer de déterminer de quelles façons le nombre de spires constituant la bobine et la vitesse de l'aimant affecteront la tension induite.

Il est aussi possible de faire varier le diamètre du fil de cuivre, mais la meilleure bobine est celle que l'on peut réaliser en utilisant du fil de cuivre vernis relativement fin que l'on trouve dans les transformateurs.