

# Chapitre 5.1 – La loi de Lenz

## Analyse dimensionnelle du champ magnétique

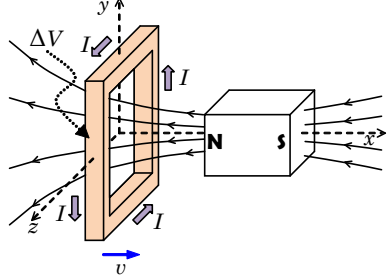
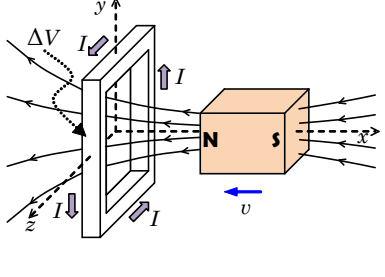
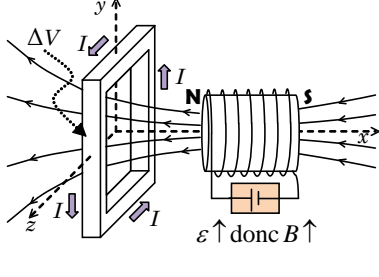
Considérons les unités du champ magnétique  $B$  que l'on peut réécrire sous la forme

$$[B] = \text{T} = \frac{\text{N}}{\text{C} \cdot \text{m/s}} = \frac{\text{N}}{\text{C} \cdot \text{m/s}} \frac{\text{m}}{\text{m}} = \frac{\text{J} \cdot \text{s}}{\text{C} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{C} \cdot \text{V} \cdot \text{s}}{\text{C} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} .$$

Ceci nous permet de croire que si l'on mesure un champ magnétique  $B$  sortant d'une surface  $S$  et que l'on constate un changement à cette grandeur dans le temps  $\Delta t$ , nous obtenons une relation de différence de potentiel  $\Delta V$  tel que

$$\frac{[B][S]}{[t]} = \frac{\text{T m}^2}{\text{s}} = \frac{(\text{V} \cdot \text{s} / \text{m}^2) \text{m}^2}{\text{s}} = \text{V} = [\Delta V] .$$

Donnons le nom de flux magnétique  $\Phi_m$  au produit d'un champ magnétique  $\vec{B}$  sortant d'une surface  $\vec{S}$ . On peut imaginer trois scénarios où le flux magnétique  $\Phi_m$  évalué sur une surface  $S$  peut varier dans le temps  $t$  :

La surface $S$ est en mouvement à vitesse $v$ près d'une source de champ magnétique $B$ .	Une source de champ magnétique $B$ est en mouvement à vitesse $v$ près d'une surface $S$ .	Le module du champ magnétique $B$ de la source varie dans le temps $t$ près d'une surface $S$ .
		
Le cadre intercepte plus de lignes de champ magnétique, car le cadre s'approche du cadre.	Le cadre intercepte plus de lignes de champ magnétique, car l'aimant s'approche du cadre.	Le cadre intercepte plus de lignes de champ magnétique, car le solénoïde en génère d'avantage.

Lorsque l'on réalise ces trois scénarios expérimentalement, on réalise qu'il y a un transfert d'énergie sous une forme électrique grâce à l'application de la loi d'Ohm

$$\Delta V = RI$$

si la résistance  $R$  est propice à faire circuler un courant  $I$  dans le cadre soumis à une différence de potentielle  $\Delta V$  induite grâce à la présence du champ magnétique  $B$  s'il y a variable du flux magnétique  $\Phi_m$  dans la surface  $S$  du cadre. Sans champ magnétique agissant comme « catalyseur », ce mécanisme de transformation d'énergie ne pourrait pas exister.

# Champ magnétique induit

Voici 6 situations où il y a induction de courant et 2 situations où le phénomène ne se produit pas :

## Cadre et un champ magnétique uniforme (3 situations)

Convention des couleurs : **noire** (Aucune variation du champ magnétique)  
**rouge** (Augmentation ( $\uparrow$ ) du champ magnétique)  
**bleu** (diminution ( $\downarrow$ ) du champ magnétique)  
**vert** (sens positif (+) du champ magnétique)  
**orange** (sens négatif (-) du champ magnétique)

**D**

Un cadre se déplace dans une région où il y a un champ magnétique uniforme.

- 1) **Aucune variation** du champ magnétique traversant le circuit dans la **direction -z**.
- 2) Il n'y a **pas de courant induit**.

**B**

Un cadre entre dans une région où il y a un champ magnétique uniforme.

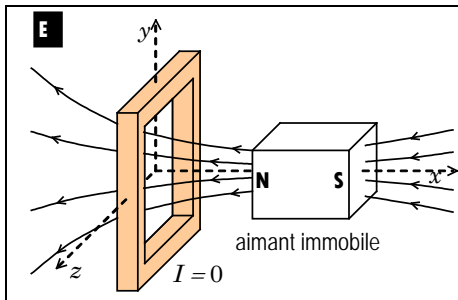
- 1) **Augmentation** du **champ magnétique** traversant le circuit dans la **direction -z**.
- 2) Le courant induit produit un **champ magnétique induit** à l'intérieur du cadre dans la **direction +z**.

**C**

Un cadre sort d'une région où il y a un champ magnétique uniforme.

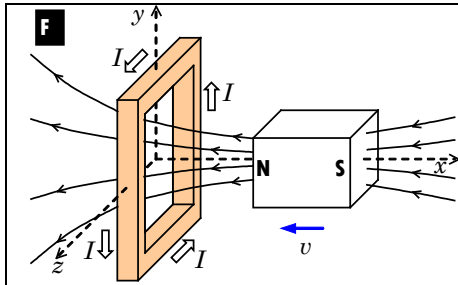
- 1) **Diminution** du **champ magnétique** traversant le circuit dans la **direction -z**.
- 2) Le courant induit produit un **champ magnétique induit** à l'intérieur du cadre dans la **direction -z**.

## Cadre et aimant (5 situations)



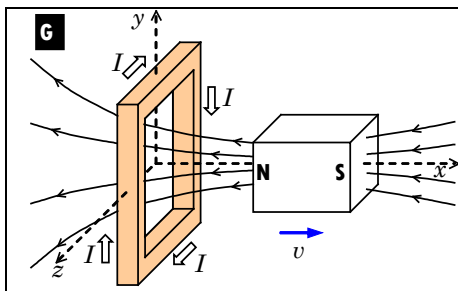
Un aimant est immobile près d'un cadre.

- 1) **Aucune variation** du champ magnétique traversant le circuit dans la **direction  $-x$** .
- 2) Il n'y a **pas de courant induit**.



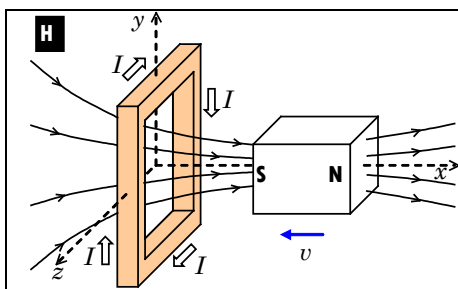
Un aimant approche son côté nord d'un cadre.

- 1) **Augmentation** du **champ magnétique** traversant le circuit dans la **direction  $-x$** .
- 2) Le courant induit produit un **champ magnétique induit** à l'intérieur du cadre dans la **direction  $+x$** .



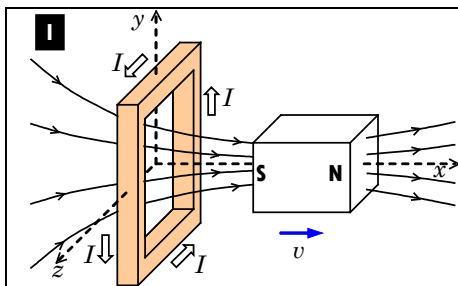
Un aimant éloigne son côté nord d'un cadre.

- 1) **Diminution** du **champ magnétique** traversant le circuit dans la **direction  $-x$** .
- 2) Le courant induit produit un **champ magnétique induit** à l'intérieur du cadre dans la **direction  $-x$** .



Un aimant approche son côté sud d'un cadre.

- 1) **Augmentation** du **champ magnétique** traversant le circuit dans la **direction  $+x$** .
- 2) Le courant induit produit un **champ magnétique induit** à l'intérieur du cadre dans la **direction  $-x$** .



Un aimant éloigne son côté sud d'un cadre.

- 1) **Diminution** du **champ magnétique** traversant le circuit dans la **direction  $+x$** .
- 2) Le courant induit produit un **champ magnétique induit** à l'intérieur du cadre dans la **direction  $+x$** .

# Loi de lenz

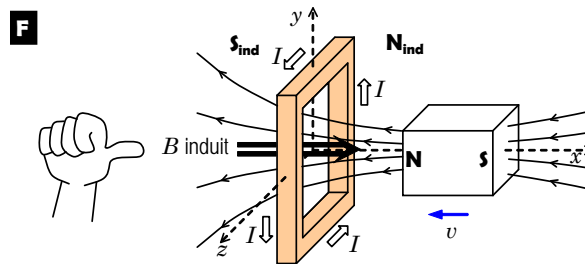
En 1843, le physicien allemand Heinrich Lenz énonce la règle suivante dictant l'orientation du courant induit par la variation temporelle du champ magnétique :



Heinrich Lenz  
(1804-1865)

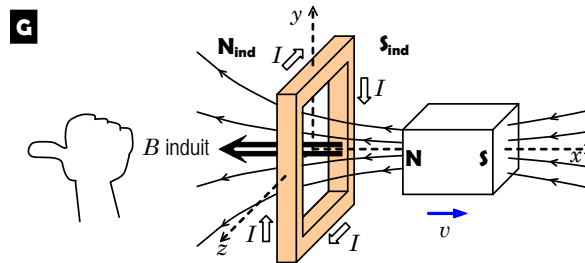
*Le courant induit dans un cadre est tel que le champ magnétique induit généré par ce courant dans la région à l'intérieur du cadre s'oppose à la variation du flux magnétique (champ magnétique qui traverse une surface) externe qui travers le cadre.*

## Situation 1 :



<p><u>Aimant :</u> <b>Augmentation</b> du <b>champ magnétique</b> traversant le circuit dans la <b>direction <math>-x</math></b>.</p>	<p><u>Courant induit :</u> <b>Augmentation</b> du <b>champ magnétique</b> traversant le circuit dans la <b>direction <math>+x</math></b>. ou <b>Diminution</b> du <b>champ magnétique</b> traversant le circuit dans la <b>direction <math>-x</math></b>.</p>
---	---

## Situation 2 :



<p><u>Aimant :</u> <b>Diminution</b> du <b>champ magnétique</b> traversant le circuit dans la <b>direction <math>-x</math></b>.</p>	<p><u>Courant induit :</u> <b>Augmentation</b> du <b>champ magnétique</b> traversant le circuit dans la <b>direction <math>-x</math></b>. ou <b>Diminution</b> du <b>champ magnétique</b> traversant le circuit dans la <b>direction <math>+x</math></b>.</p>
---	---







