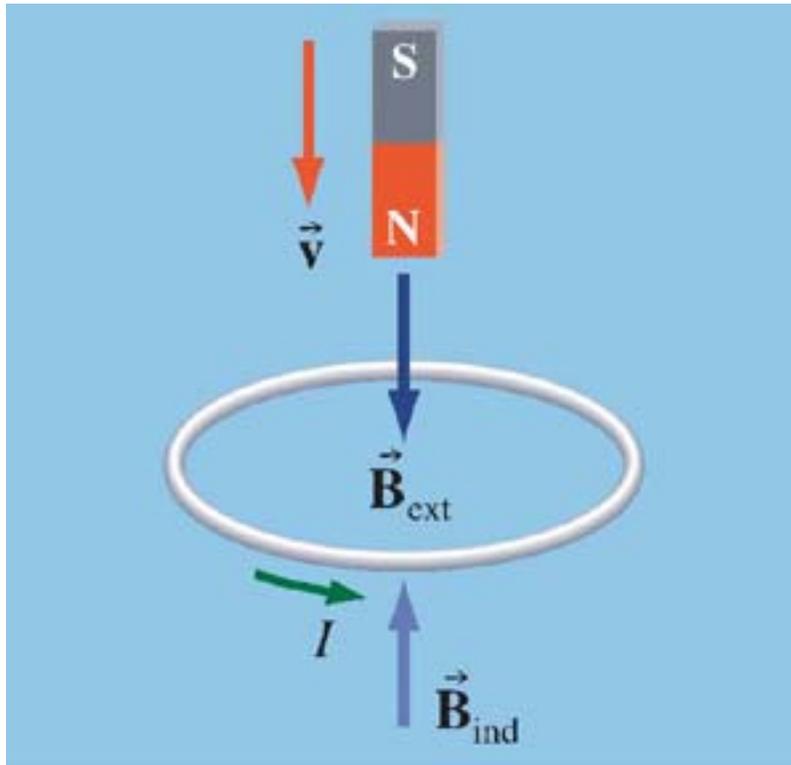


MODULE 8

L'INDUCTION ELECTROMAGNÉTIQUE



Induction d'un courant dans une boucle

8.1 FLUX MAGNÉTIQUE

Nous venons de voir au module précédent qu'un courant circulant dans un fil produit un champ magnétique. Dans ce module, nous allons voir si l'inverse est possible, c'est-à-dire s'il est possible de générer un courant dans un fil à partir d'un champ magnétique existant (créé par une autre source).

Mais d'abord, je vous invite à consulter sur LÉA les **démos 8.1, 8.3 et 8.5** pour voir des effets de l'induction électromagnétique. Pour expliquer ces phénomènes observés, il faut en premier lieu introduire le flux magnétique qui est défini de la même manière que le flux électrique vu au module 4.2 ($\Phi_E = \int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A}$).

$$\Phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$$

Flux magnétique (8.1)

où : Φ_B = flux magnétique (scalaire) (T·m²)

\mathbf{B} = champ magnétique (vecteur) (T) (Tesla)

$d\mathbf{A}$ = élément d'aire de la surface traversée par \mathbf{B} (vecteur) (m²)

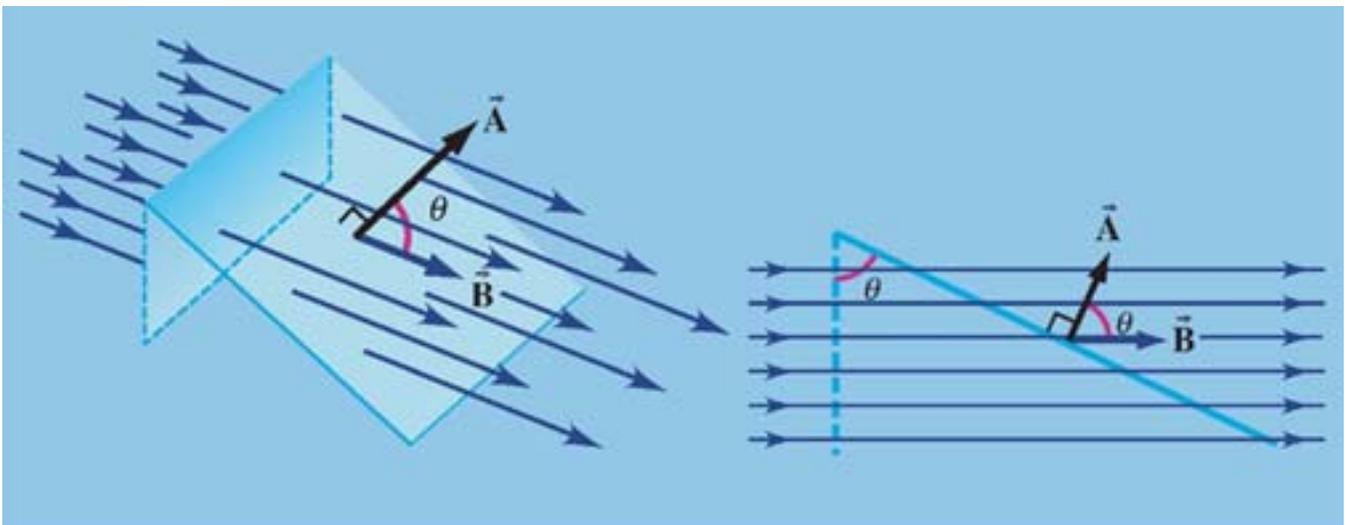


Figure 8.1 Schémas représentant le flux magnétique à travers une surface plane

Dans le cas d'une surface plane d'aire A plongée dans un champ magnétique \mathbf{B} uniforme, le flux magnétique traversant la surface est donné par : $\Phi_B = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} = B A \cos \theta$. Il existe donc trois façons de faire varier le flux magnétique.

1. On peut utiliser un champ magnétique variable (voir figure 8.2). Il suffit d'approcher ou d'éloigner un aimant d'un fil en forme de boucle par exemple ou de faire varier le courant qui alimente une bobine ($B = \mu_0 n I$, voir équation 7.8).
2. On peut faire varier l'aire de la surface traversée par le flux magnétique. Il suffit de placer un anneau déformable dans un champ magnétique et de modifier la forme de l'anneau pour en changer le flux qui le traverse. Cette possibilité est malgré tout difficilement réalisable si on veut maintenir une variation de flux dans le temps.
3. On peut faire varier l'angle entre le champ magnétique et la surface traversée par celui-ci. Il suffit alors de faire tourner une boucle dans un champ magnétique uniforme.

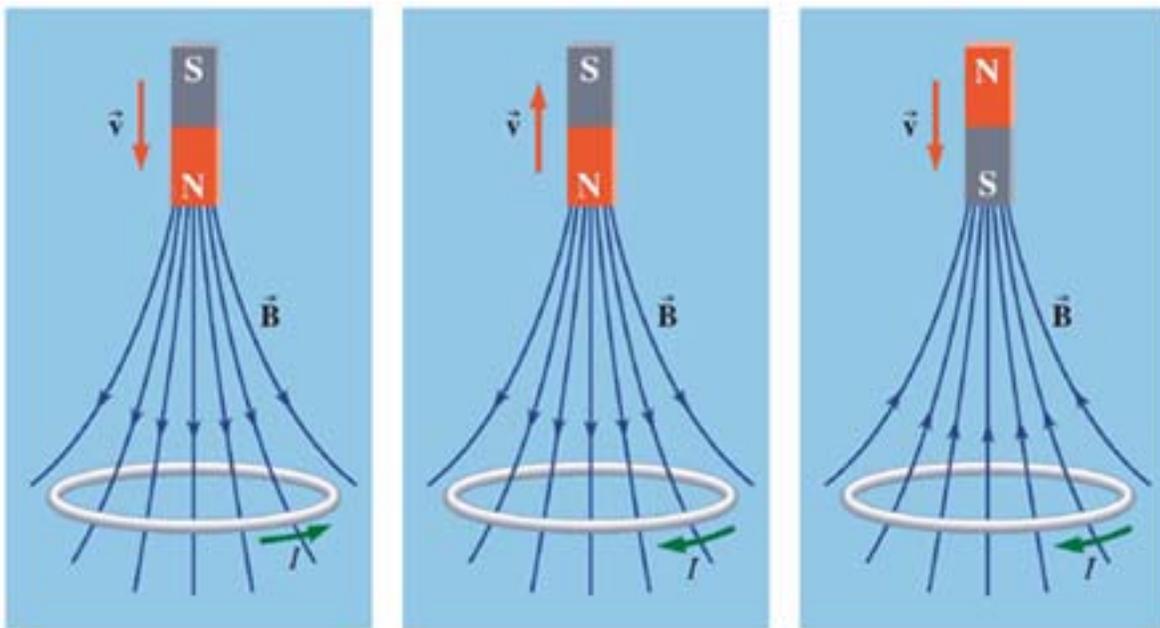


Figure 8.2 Schémas représentant un champ magnétique variable

8.2 LOI DE FARADAY

Après avoir introduit le flux magnétique, nous sommes maintenant en mesure de comprendre la loi de Faraday qui nous permettra d'expliquer les phénomènes observés sur LÉA (**démos 8.1, 8.3 et 8.5**).

Faraday détermina qu'une force électromotrice (f.é.m.) était induite dans un circuit fermé (et non relié à une source) lorsque le flux magnétique traversant la surface délimitée par le circuit variait dans le temps. De plus, l'effet de la f.é.m. induite s'oppose à la variation du flux.

$$\xi = - N d\Phi_B / dt$$

Loi de Faraday (8.2)

où : ξ = force électromotrice (f.é.m.) (scalaire) (V) (volt)

N = nombre de spires ou d'enroulements

Φ_B = flux magnétique traversant chaque spire (scalaire) ($T \cdot m^2$)

$d\Phi_B / dt$ = variation du flux magnétique par rapport au temps (scalaire) ($T \cdot m^2 / s$)

Considérons l'exemple suivant (voir figure 8.3), soit une boucle de laquelle on approche un aimant. Les lignes de champ magnétique allant du pôle Nord au pôle Sud, les lignes de champ traversant l'anneau sont dirigées vers le bas (\mathbf{B}_{ext}). Lorsque l'aimant s'approche de l'anneau, le flux magnétique le traversant augmente, puisque le champ magnétique produit par l'aimant augmente (plus près de l'anneau). Pour s'opposer à cette augmentation, une f.é.m. est produite dans l'anneau générant un courant qui à son tour va produire un champ magnétique (\mathbf{B}_{ind}) que l'on qualifiera d'induit. Le champ magnétique induit est vers le haut, c'est-à-dire dans le sens contraire à l'accroissement du champ extérieur (\mathbf{B}_{ext}). La règle de la main droite #4 (voir module 7.3 D)) nous permet de déterminer le sens du courant induit.

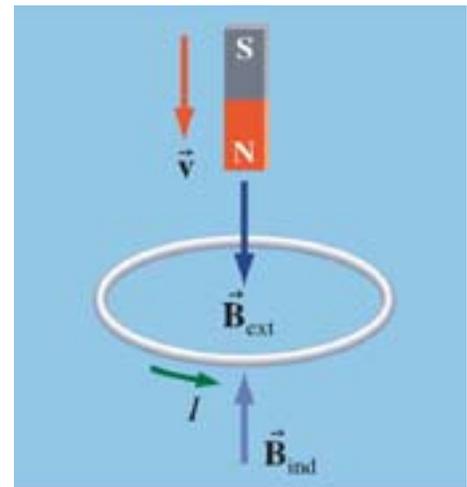


Figure 8.3 Schéma représentant un aimant s'approchant d'un anneau.

Considérons maintenant le cas inverse (voir figure 8.4), soit une boucle de laquelle on éloigne un aimant. Les lignes de champ magnétique allant du pôle Nord au pôle Sud, les lignes de champ traversant l'anneau sont encore dirigées vers le bas (\vec{B}_{ext}). Lorsque l'aimant s'éloigne de l'anneau, le flux magnétique le traversant diminue, puisque le champ magnétique produit par l'aimant diminue (plus loin de l'anneau). Pour s'opposer à cette diminution, une f.é.m. est produite dans l'anneau générant un courant qui à son tour va produire un champ magnétique induit (\vec{B}_{ind}), dirigé vers le bas pour compenser la diminution du champ extérieur (\vec{B}_{ext}) qui est vers le bas (mais dont l'intensité diminue). Avec la règle de la main droite #4 nous pouvons encore une fois déterminer le sens du courant induit.

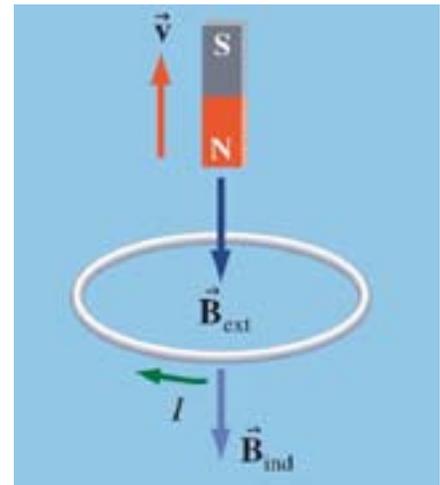


Figure 8.4 Schéma représentant un aimant s'éloignant d'un anneau.

Générateurs et moteurs

Les générateurs et les moteurs sont de bons exemples d'application du phénomène d'induction électromagnétique. Un générateur est un appareil permettant de transformer de l'énergie mécanique en énergie électrique par le principe d'induction électromagnétique, alors qu'un moteur (électrique) est un appareil permettant de transformer de l'énergie électrique en énergie mécanique par le principe d'induction électromagnétique. Je vous invite à lire le chapitre 10.4 du Benson à ce sujet et à voir la **démo 9.1** sur LÉA pour le fonctionnement de ses deux appareils.

Courants de Foucault

Je vous invite également à lire le chapitre 10.8 du Benson à ce sujet.