

# Conversation avec équations

Utilisateur & Assistant

30 mars 2025

## 1 Utilisateur

Résume moi les notions que je dois connaître pour faire des exercices

## 2 Assistant

Voici les notions clés à maîtriser pour réaliser des exercices en électromagnétisme, basées sur le contexte fourni :

1. **Auto-induction** : Une bobine s'oppose à la variation du champ magnétique qu'elle crée elle-même (phénomène d'auto-induction) [0].

2. **Freinage par courants de Foucault** : - Un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique subit une variation de ce champ, induisant des courants (courants de Foucault). - Ces courants s'opposent au mouvement (loi de Lenz-Faraday), créant un freinage via les forces de Laplace [0].

3. **Flux magnétique** : - Le flux du champ magnétique à travers une surface fermée est nul (relation intégrale issue des équations de Maxwell) [1].

4. **Approximation des régimes quasi-stationnaires (ARQS)** : - Approximation négligeant le retard de propagation dans l'étude des champs électromagnétiques, utile pour simplifier les calculs dans certains cas [1].

5. **Continuité et discontinuité des champs** : - Les champs électromagnétiques peuvent présenter des discontinuités lors de la traversée de distributions surfaciques de charges/courants, décrites par les équations de Maxwell [1].

Pour approfondir, vous pouvez consulter les ressources liées, comme la vidéo sur l'auto-induction [0] ou l'article sur le moteur synchrone [0].

## 3 Utilisateur

1. Donner la formule de théorème d'Ampère avec les unités. 2. Donner l'expression de la loi de Faraday. Donner les unités de chaque grandeur physique apparaissant dans la formule. 3. Donner les équations de Maxwell en dynamique et en ARQS. 4. Sur la base d'un schéma, donner les relations de passages des deux champs. 5. Donner l'équation bilan locale de l'énergie. Donner le nom et l'expression de chaque terme avec son unité.

## 4 Assistant

Voici les réponses structurées à votre demande, en m'appuyant sur le contexte fourni :

**Formule :**

$$\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\text{enlacé}}$$

**Unités :** -  $\mathbf{B}$  (champ magnétique) : Tesla (T) ou Weber/m<sup>2</sup> (Wb/m<sup>2</sup>) -  $I_{\text{enlacé}}$  (courant enlacé) : Ampère (A) -  $\mu_0$  (perméabilité du vide) : Henry/mètre (H/m)

\*Note : La forme locale en dynamique inclut le courant de déplacement (cf. question 3).\*

**Expression :**

$$e = -\frac{d\phi_B}{dt} \quad [0][1]$$

**Unités :** -  $e$  (force électromotrice induite) : Volt (V) -  $\phi_B$  (flux magnétique) : Weber (Wb) -  $t$  (temps) : Seconde (s)

\*Le signe  $-$  traduit la loi de Lenz (opposition à la variation du flux).\*

- **En dynamique :** 1.  $\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$  (Maxwell-Gauss) 2.  $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$  (Maxwell-flux)  
3.  $\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$  (Maxwell-Faraday) [1] 4.  $\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$  (Maxwell-Ampère) [1]

- **En ARQS (Approximation des Régimes Quasi-Stationnaires) :** - On néglige  $\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$  (pas de courant de déplacement). - Les équations de Maxwell-Ampère et Faraday se simplifient.

\*Hypothèse : Interface entre deux milieux.\* - **Champ électrique  $\mathbf{E}$  :** - Continuité de la composante tangentielle :  $E_{1t} = E_{2t}$  - Discontinuité de la composante normale :  $D_{2n} - D_{1n} = \sigma$  ( $\sigma$  densité surfacique de charge) - **Champ magnétique  $\mathbf{B}$  :** - Continuité de la composante normale :  $B_{1n} = B_{2n}$  - Discontinuité de la composante tangentielle :  $H_{2t} - H_{1t} = \mathbf{j}_s \times \mathbf{n}$  ( $\mathbf{j}_s$  courant surfacique) [1]

**Formule :**

$$\frac{\partial u_{\text{em}}}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{\Pi} = -\mathbf{j} \cdot \mathbf{E}$$

**Termes :** -  $u_{\text{em}}$  (densité d'énergie électromagnétique) :  $\frac{1}{2} \left( \epsilon_0 E^2 + \frac{B^2}{\mu_0} \right)$  — Unité : J/m<sup>3</sup> -  $\mathbf{\Pi}$  (vecteur de Poynting) :  $\frac{\mathbf{E} \times \mathbf{B}}{\mu_0}$  — Unité : W/m<sup>2</sup> -  $\mathbf{j} \cdot \mathbf{E}$  (puissance dissipée par effet Joule) : W/m<sup>3</sup>

\*Cette équation exprime la conservation de l'énergie EM locale.\*

**Remarque :** Certains détails (comme le schéma pour la question 4) nécessitent une visualisation complémentaire. Les réponses se fondent sur les équations et principes disponibles dans le contexte.