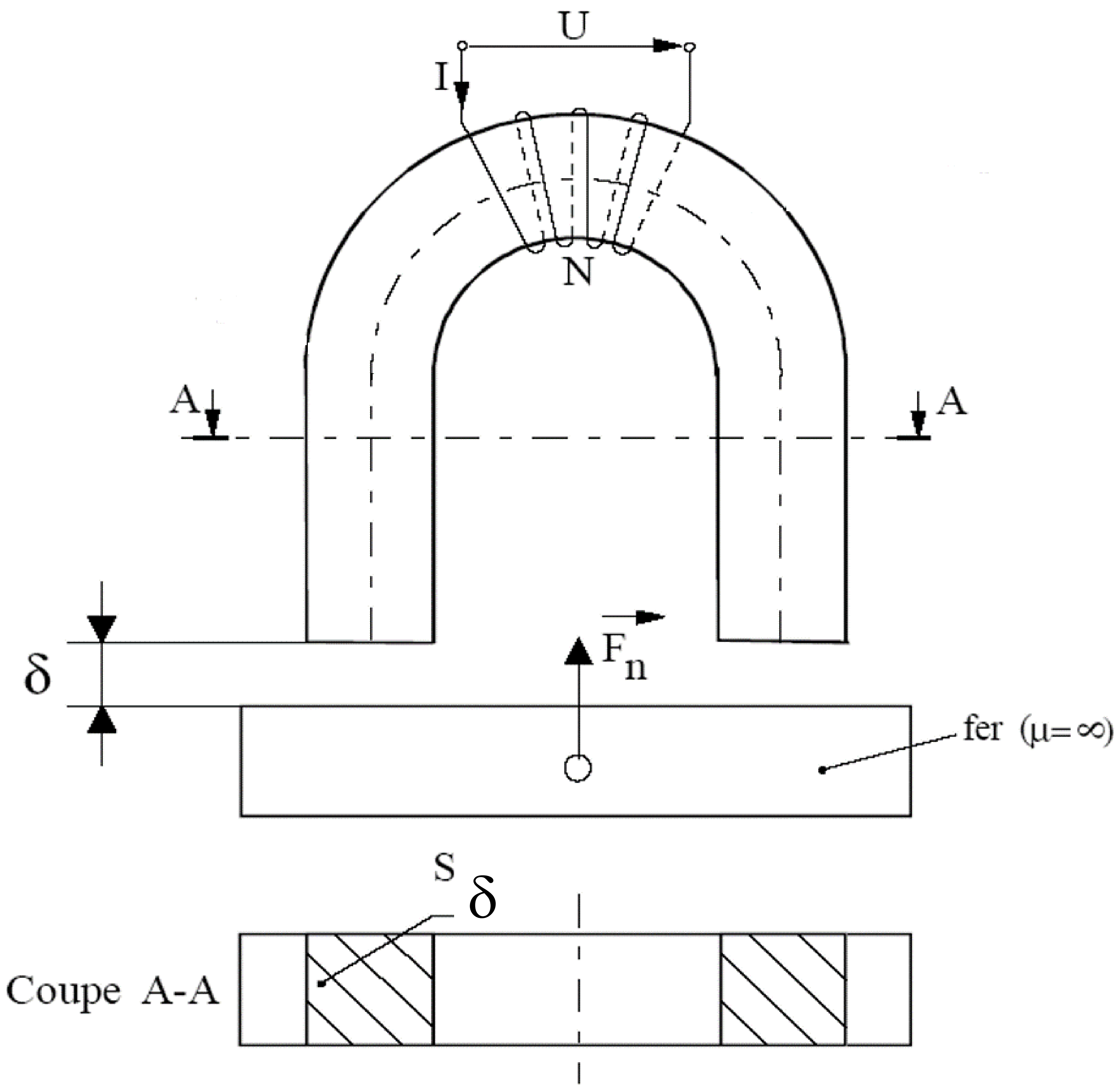
Conversion électromécanique

Actionneurs et systèmes électromagnétiques

Exemple: électroaimant



Expression de la force

Définition

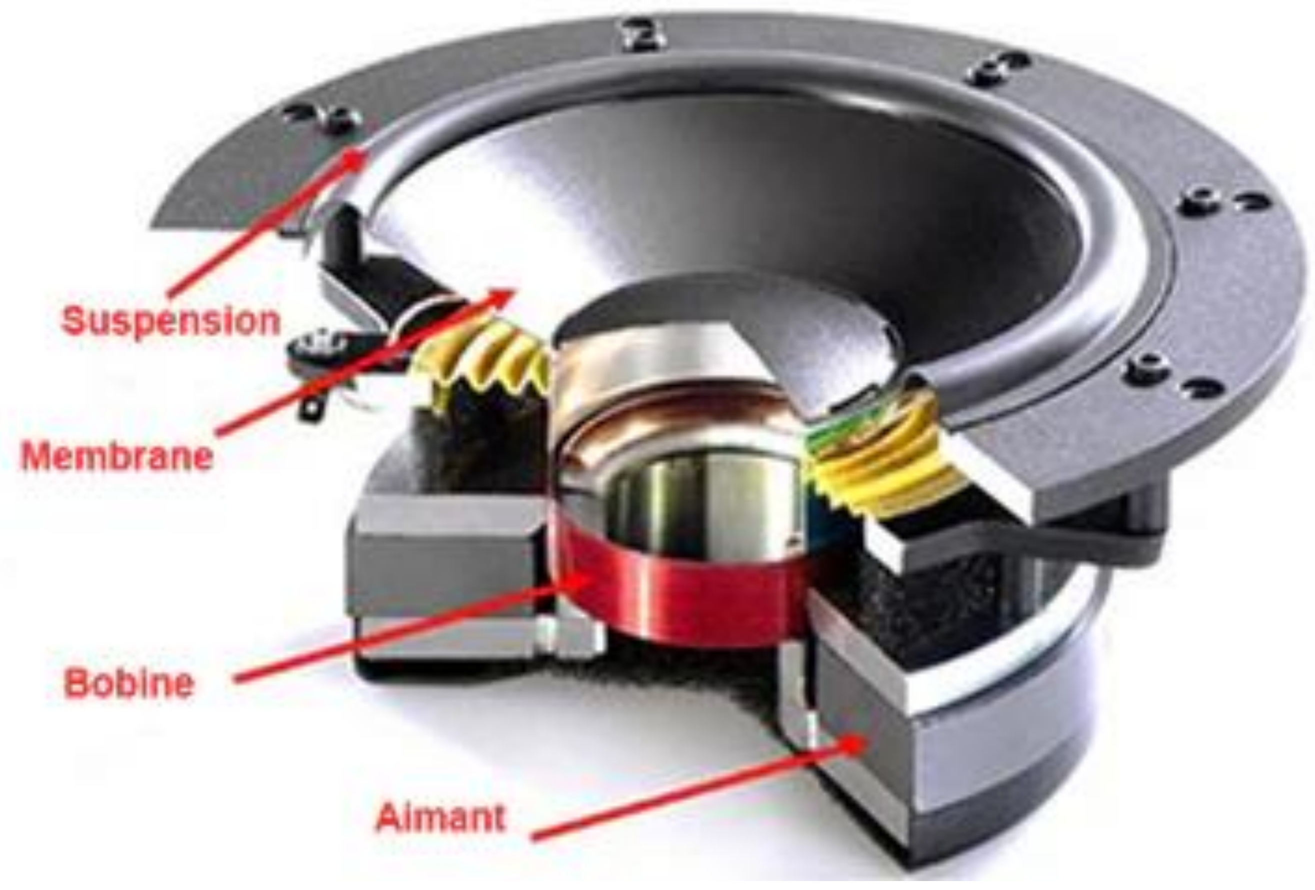
Système électromécanique:

- ensemble de circuits électriques liés mécaniquement ou couplés magnétiquement;

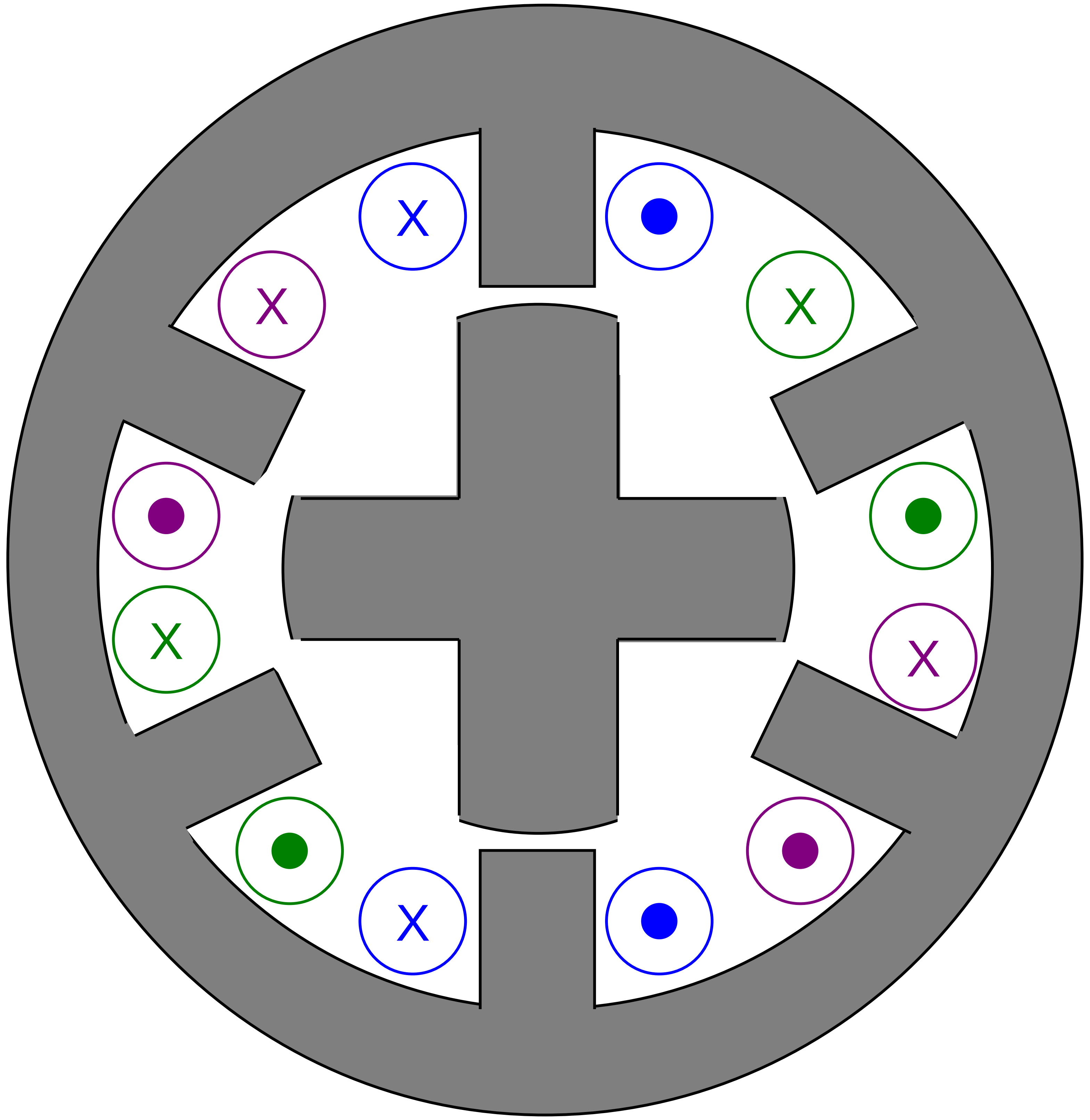
- géométriquement déformable;

- possède un nombre variable n de degrés de liberté mécaniques.

Exemples de système électromécanique



Source: conector.fr



Actionneur réluctant

Equations des systèmes électromécaniques

$$u_j = R_j i_j + \frac{d\Psi_j}{dt}$$

(k circuits)

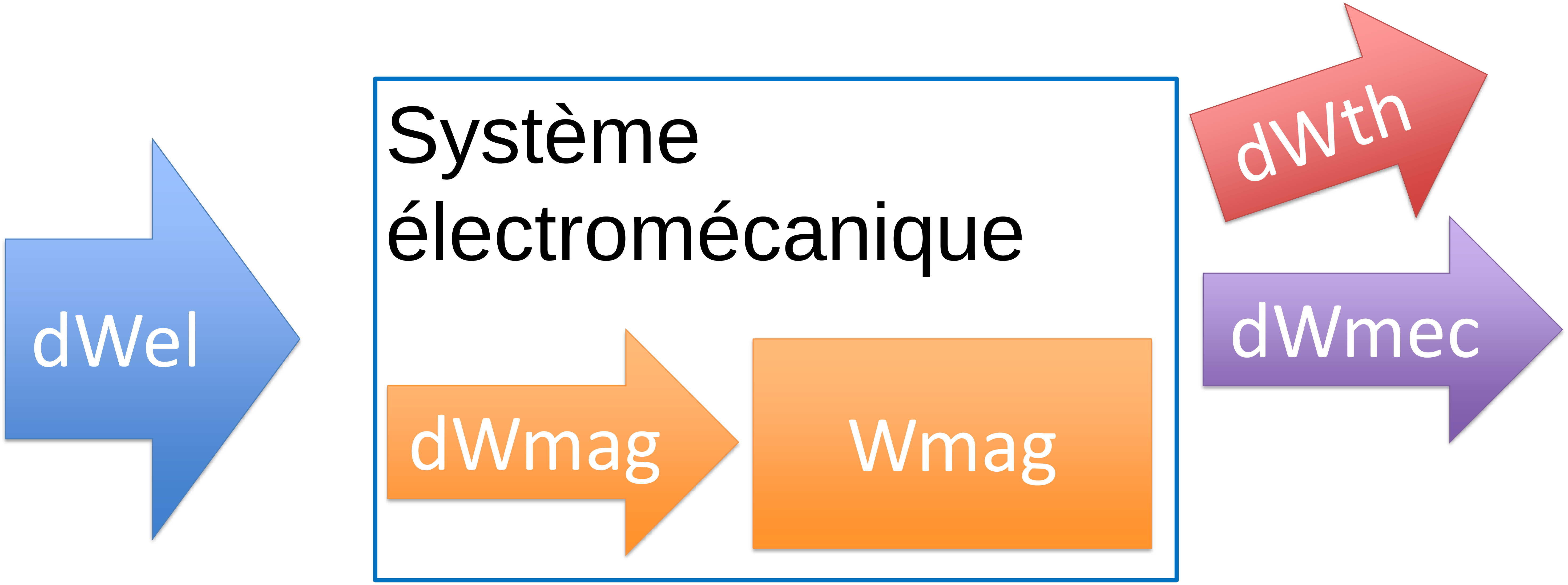
$$\Psi_j = \sum_{p=1}^{k} L_{jp} i_p$$

$$\sum F_m = m_m \frac{d^2 x_m}{dt^2}$$

$$\sum M_m = J_m \frac{d^2 \alpha_m}{dt^2}$$

(n degrés de liberté)

Bilan d'énergie (moteur)



Obtention d'une force

$$dW_{el} = dW_{mag} + dW_{th} + dW_{mec}$$

$$dW_{mec} = \sum_{m=1}^{n} F_m dx_m$$

$$dW_{el} = \sum_{j=1}^{k} U_j i_j dt = \sum_{j=1}^{k} R_j i_j^2 dt + \sum_{j=1}^{k} d\Psi_j i_j$$

$$dW_{th} = \sum_{j=1}^{k} R_j i_j^2 dt$$

$$W_{mag} = \sum_{j=1}^{k} \int_0^{\Psi_j} i_j d\Psi_\mathrm{j}$$

$$dW_{mag}(\Psi_j, x_m) = \sum_{j=1}^{k} \frac{\partial W_{mag}}{\partial \Psi_j} d\Psi_j + \sum_{m=1}^{n} \frac{\partial W_{mag}}{\partial x_m} dx_m = \sum_{j=1}^{k} i_j d\Psi_j + \sum_{m=1}^{n} \frac{\partial W_{mag}}{\partial x_m} dx_m$$

Obtention d'une force

$$\sum_{m=1}^{n} \frac{\partial W_{mag}}{\partial x_m} dx_m + \sum_{m=1}^{n} F_m dx_m = 0$$

$$\sum_{m=1}^{n} \left(\frac{\partial W_{mag}}{\partial x_m} + F_m \right) dx_m = 0$$

$$F_m = -\frac{\partial W_{mag}}{\partial x_m} = -\left.\frac{dW_{mag}}{dx_m}\right|_{\Psi_j=\text{cte}}$$

$$F_m = \frac{\partial W'_{mag}}{\partial x_m} = \left.\frac{dW'_{mag}}{dx_m}\right|_{i_j=\text{cte}}$$

Méthodologie

- Bilan d'énergie:

$$dW_{el} = dW_{mag} + dW_{th} + dW_{mec}$$

- Méthode de la dérivée de la coénergie

$$F_m = \frac{\partial W'_{mag}}{\partial x_m} = \left.\frac{dW'_{mag}}{dx_m}\right|_{\mathrm{i_j=cte}}$$

Force électromagnétique

$$F_m = \frac{\partial W'_{mag}}{\partial x_m} = \frac{dW'_{mag}}{dx_m}\bigg|_{\mathrm{i_j=cte}}$$

Cas général

$$W'_{mag} = \sum_{j=1}^{k} \int_0^{i_j} \Psi_j di_j$$

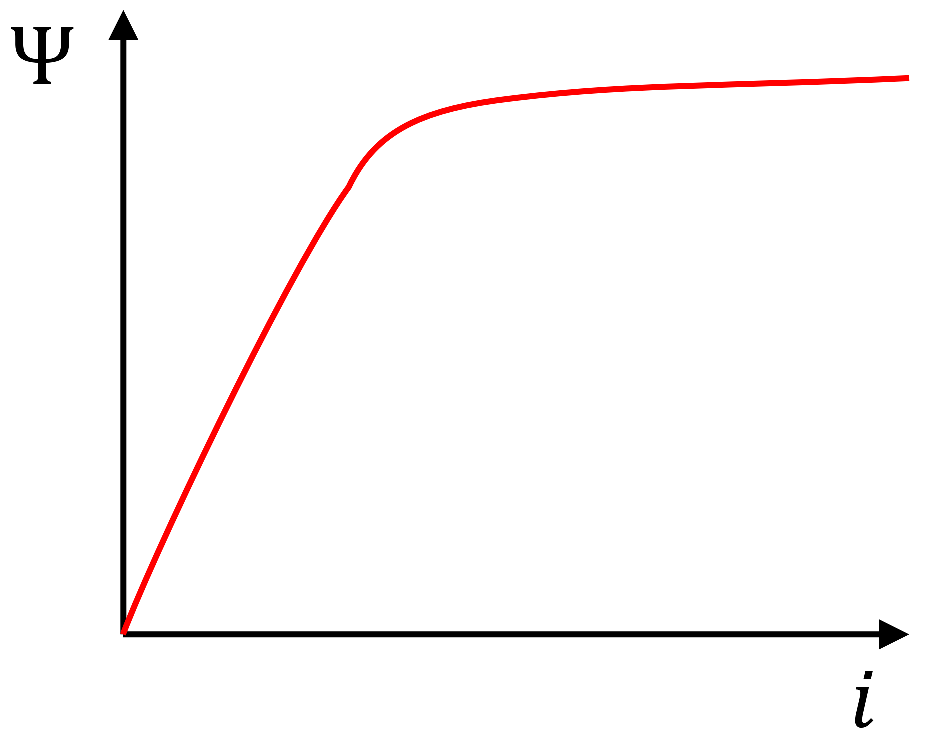
$$F_m = \sum_{j=1}^{k} \int_0^{i_j} \frac{\partial \Psi_\mathrm{j}}{\partial x_m} di_j$$

Milieu linéaire

$$W'_{mag} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{k} \Psi_j \, i_j$$

$$\Psi_j = \sum_{p=1}^{k} L_{jp} i_p$$

$$F_m = \frac{\partial W'_{mag}}{\partial x_m} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{k} \sum_{p=1}^{k} \frac{d\mathrm{L}_{jp}}{dx_m} i_j i_p$$



Expressions dans un milieu linéaire

EPFL

- Force:

$$F_m = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{k}\sum_{p=1}^{k}\frac{d\mathrm{L}_{jp}}{dx_m} i_j i_p$$

$$F_m = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{k}\sum_{p=1}^{k}\frac{d\Lambda_{jp}}{dx_m} \Theta_j \Theta_p$$

- Couple

$$M_m = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{k}\sum_{p=1}^{k}\frac{d\mathrm{L}_{jp}}{d\alpha_m} i_j i_p$$

$$M_m = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{k}\sum_{p=1}^{k}\frac{d\Lambda_{jp}}{d\alpha_m} \Theta_j \Theta_p$$

Exemple: force de centrage