

# Adaptation de tension : Transformateur monophasé

## I. Introduction

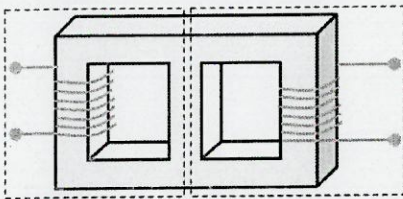
Le transformateur monophasé est un composant important de l'électrotechnique et de l'électronique de puissance. Il présente l'intérêt de réaliser l'isolation entre deux circuits tout en assurant la transmission de l'énergie électrique en régime variable.

De plus, si ses bobinages ont un nombre de spires différent, le transformateur réalisera une adaptation (élévation ou abaissement) des tensions ou des courants. En ce sens, on peut dire que le transformateur est "la boîte de vitesse de l'électricien".

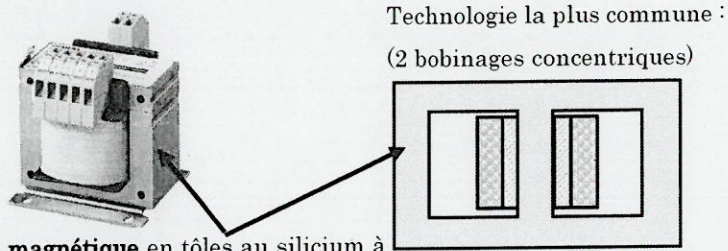
## II. Constitutions et symbole d'un transformateur monophasé

### 1. Constitutions

Le transformateur monophasé est constitué de deux bobinages (ou plus) montés sur un circuit :

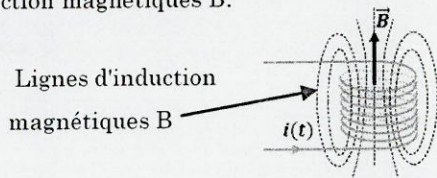


**Primaire** :  $N_1$  spires (relié à la source).  
**Secondaire** :  $N_2$  spires (relié à la charge).

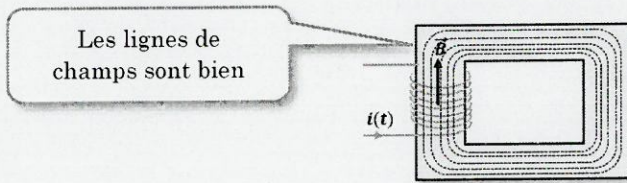


**Circuit magnétique** en tôles au silicium à grains orientés ou en ferrite

**Circuit magnétique (CM)** est un ensemble de corps aimantables (ferromagnétiques en général) qui canalise les lignes d'induction magnétiques  $B$ .

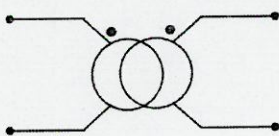


Sans circuit magnétique

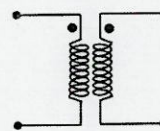


Avec circuit magnétique

### 2. Symbole d'un transformateur monophasé

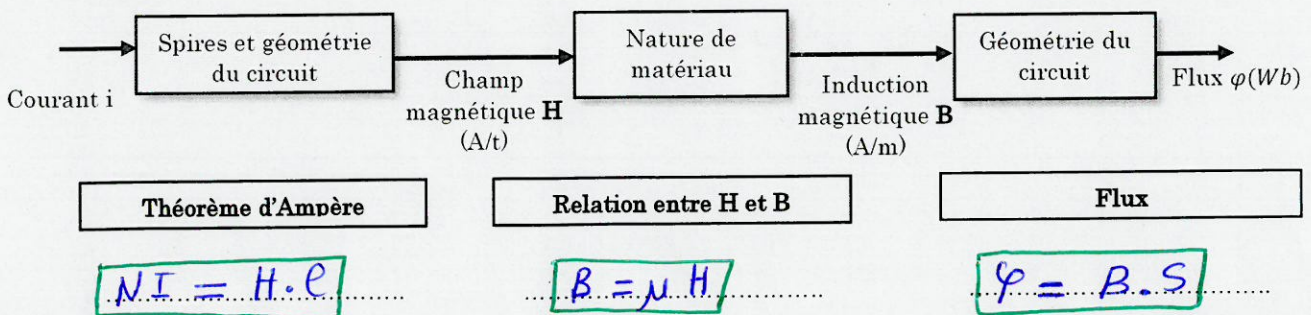


ou



### 3. Lois de base de magnétisme

Les transformateurs sont basés sur l'utilisation de circuits magnétiques, c'est-à-dire de masses de matériaux dits « magnétiques » propres à canaliser une induction magnétique. Plus que de l'induction, on parle souvent du « flux » de cette induction. La figure suivante présente un résumé des grandeurs mises en jeu dans les circuits magnétiques linéaires ainsi que des relations simplifiées qui les relient





**N** : nombre de spire. **I** : le courant. **H** : champ magnétique.  $\ell$  : longueur de fibre moyenne. **B** : induction magnétique. **H** : champ magnétique.  $\mu$  : perméabilité du matériau de CM.  $\phi$  : flux magnétique. **S** : section droite du CM

**Exercice 1 :**

On bobine **N = 100** spires de fil de cuivre sur le circuit magnétique représenté sur la figure ci-après. Le matériau utilisé est du fer de perméabilité magnétique  $\mu = 6.64 \times 10^{-4}$  SI.

Le bobinage est parcouru par un courant de valeur efficace  $I = 6A$

1. Calculer la section du circuit magnétique S

$S = 10 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-2} \Rightarrow S = 0.02 \text{ m}^2$

2. Calculer le champ magnétique H

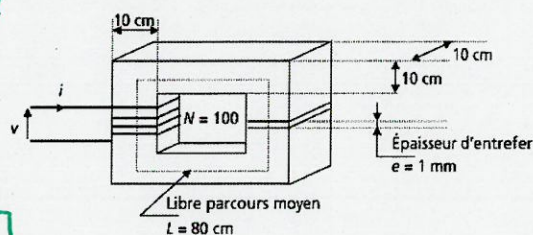
$N I = H \ell \Rightarrow H = \frac{N I}{\ell} \Rightarrow H = 750 \text{ A/m}$

3. Déduire la valeur de l'induction magnétique B

$B = \mu H \Rightarrow B = 4.98 \text{ mT}$

4. Exprimer puis calculer le flux magnétique  $\phi$

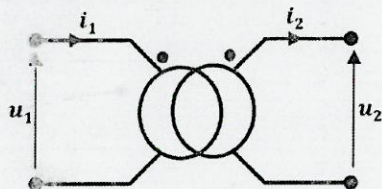
$\phi = B \cdot S \Rightarrow \phi = 4.98 \cdot 10^{-5} \text{ Web}$



**III. Transformateur parfait (T.P)**

**1. Hypothèses**

- o Les résistances des enroulements sont nulles (pas de pertes joules).
- o Le circuit magnétique est parfait :  $\mathcal{R} = 0$  (pas de pertes fer).



Loi de Hopkinson :  $N_1 I_1 - N_2 I_2 = \mathcal{R} \phi = 0$

Loi de Lenz - Faraday :  $u_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt}$   
 $u_2 = N_2 \frac{d\phi}{dt}$

**2. Rapport de transformation m**

On définit le rapport de transformation :

$m = \frac{N_2}{N_1}$  ;  $m = \frac{u_2}{u_1}$  ;  $m = \frac{I_1}{I_2}$

**3. Formule de Boucherot**

On reconnaît la formule de **BOUCHEROT** qui sera utile pour la détermination du nombre de spire des enroulements du transformateur, lorsque, U1 et U2 seront connus. La formule de Boucherot est la suivante :

$U_2 = 4.44 N_2 f \phi_m \Leftrightarrow \phi_m = \frac{U_2}{4.44 f N_2}$

En effet :  $U_1 = Cte \rightarrow$  le flux maximal est constant (le flux est forcé par la tension du primaire U1).

Dans un transformateur parfait les pertes sont nulles alors :  $P_1 = P_2$  ;  $Q_1 = Q_2$  ;  $S_1 = S_2$

**Exercice 2 :**

On veut réaliser un transformateur monophasé **5000 V / 200 V, 50 Hz**. La section du circuit magnétique sera de **1 dm<sup>2</sup>**. L'induction maximale dans le circuit magnétique ne doit pas dépasser **1,5 T**.

1. Calculer le rapport de transformation m.

$m = \frac{U_1}{U_2} \Rightarrow m = 0.04$

2. Calculer les nombres de spires du primaire N1 et du secondaire N2.

$U_2 = 4.44 N_2 f \cdot B_m \cdot S$  ;  $m = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = m N_1$   
 $N_2 = \frac{U_2}{4.44 f \cdot B_m \cdot S} = 1502$  spire ;  $N_1 = 60$  spire