

Les essais suivants permettent de mesurer **le rendement** du transformateur monophasé :

En utilisant la méthode directe : $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\text{puissance fournie par le secondaire}}{\text{puissance absorbée par le primaire}}$

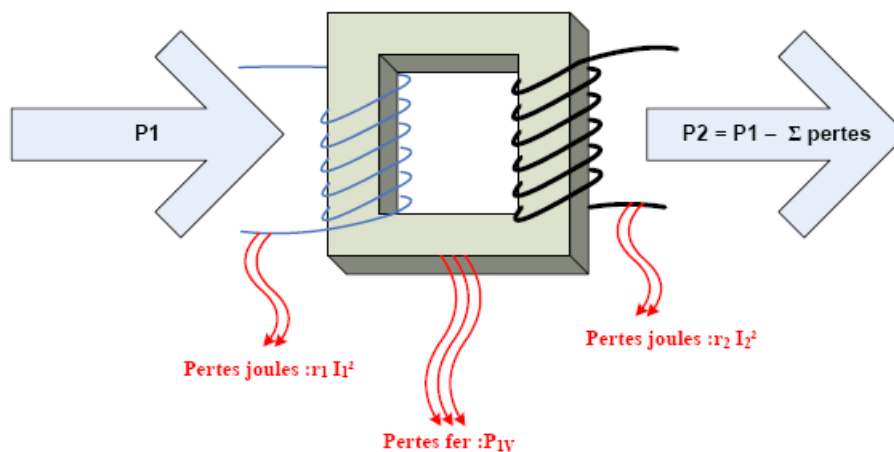
En utilisant la méthode indirecte :

$$\eta = \frac{\text{puissance fournie par le secondaire}}{\text{puissance fournie par le secondaire} + \text{pertes fer} + \text{pertes joule totales}}$$

Les pertes d'un transformateur sont situées :

- ▶ Dans le circuit magnétique : Les pertes fer (P_{fer}).
- ▶ Dans le cuivre utilisé pour réaliser les enroulements : Les pertes cuivre (P_{Cu}) que l'on appelle aussi Pertes joules (P_J).

Bilan des puissances

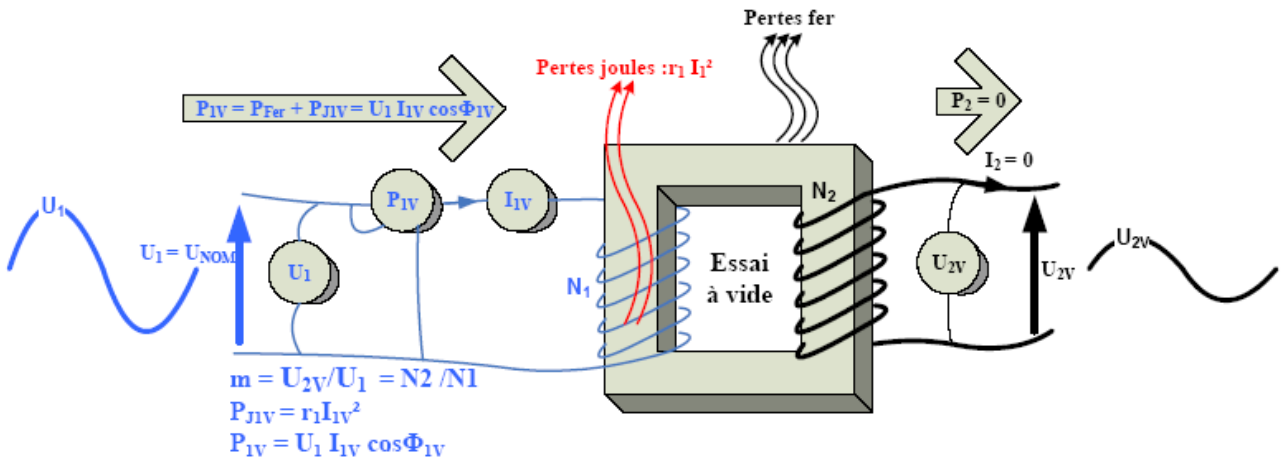


1. Essai à vide : Il permet de mesurer les pertes fer

Les pertes fer¹ sont localisées dans les tôles qui constituent le circuit magnétique. On les considèrera constantes car seules la variation de la tension primaire (U_1) ou de la fréquence (f) peuvent agir sur la valeur des P_{fer} .

$$\text{▶ } P_{fe} = P_{1V} - r_1 I_{1V}^2 \approx P_{1V} \text{ car } I_{1V} \text{ faible et } r_1 I_{1V}^2 \approx 0$$

¹ Les pertes fer sont dues à des courants induits qui apparaissent sous l'action du flux magnétique variable. Ces courants de Foucault produisent des échauffements dans le circuit magnétique, donc une puissance perdue. Le feuilletage du circuit magnétique permet de limiter ces pertes. Les pertes par hystérésis participent elles aussi à l'échauffement du circuit magnétique, causés ici aussi par les courants de Foucault.



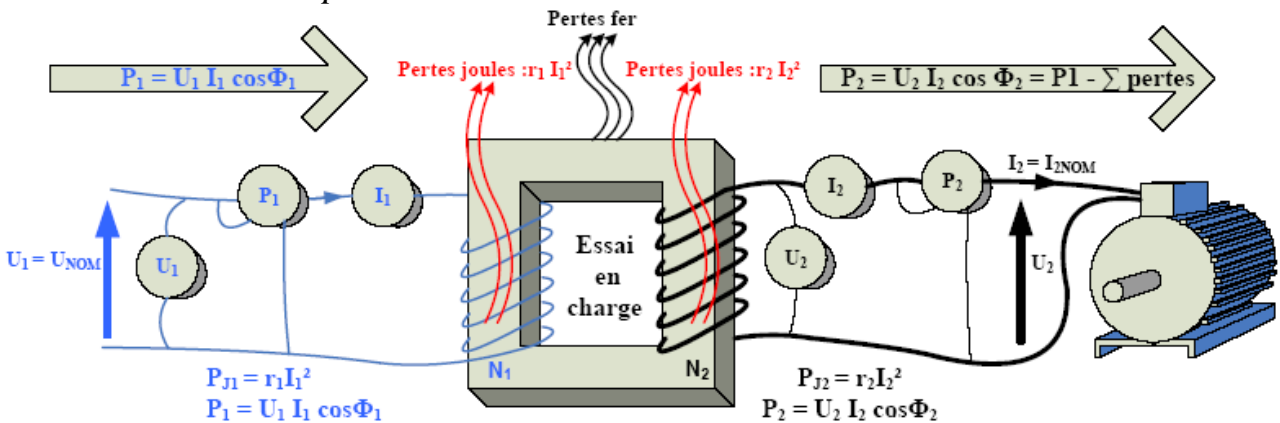
Exemple :

- ▶ Quelles sont les pertes fer du transformateur TED MMX 10kVA ?
- ▶ Quelle est la valeur du courant absorbé à vide par le même transformateur ?

2. Essai en charge à $I_{2\text{ NOM}}$: Il permet d'effectuer un mesurage direct du

$$\text{rendement} : \eta = \frac{P_2}{P_1}$$

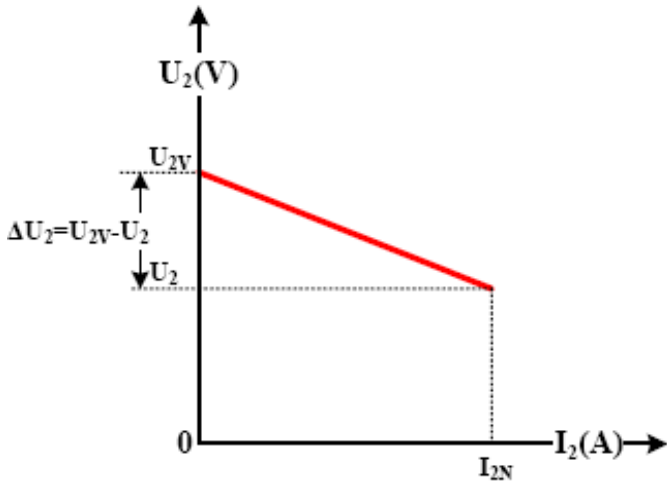
Le rendement d'un transformateur étant bon, P_1 et P_2 possèdent des valeurs voisines qui doivent être mesurées à l'aide du même wattmètre afin d'obtenir des mesurages qui introduisent les mêmes erreurs. D'autre part, il est difficile de charger un transformateur monophasé² de forte puissance à sa puissance nominale, ces raisons font que cette méthode reste peu utilisée.



- ▶ L'étude en charge s'effectuera sur une charge résistive : rhéostat, convecteurs.

² Il est d'ailleurs impossible d'étendre cette méthode aux transformateurs triphasés de distribution dont la puissance apparente est de plusieurs milliers de VA.

- *Quel est le courant fourni par le secondaire du transformateur TED MMX 10kVA ?*



Le secondaire du transformateur possède une impédance interne Z qui génère une chute de tension « absolue » de valeur: $\Delta U_2 = U_{2V} - U_2$ (fig1)

Rappel : *On observe d'ailleurs le même phénomène aux bornes des générateurs de courant continu (fig2).*

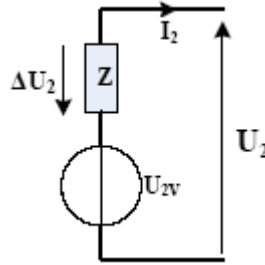


fig.1

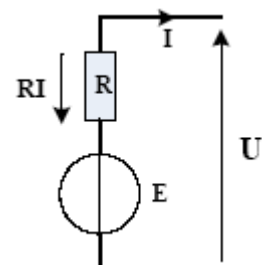


fig.2

La chute de tension « relative » est une grandeur qui figure sur la plaque signalétique de certains transformateurs monophasés. Elle est exprimée en % de la tension secondaire et s'écrit :

$$\delta U_2 = \frac{\Delta U_2}{U_{2V}} = \frac{U_{2V} - U_2}{U_{2V}}$$

A.N : *Calculons la chute de tension relative du transformateur suivant :*

$$U_{2V} = 50V \quad U_2 = 48V \quad \delta U_2 = \frac{\Delta U_2}{U_{2V}} = \frac{U_{2V} - U_2}{U_{2V}} = \frac{50 - 48}{50} = 0,04$$

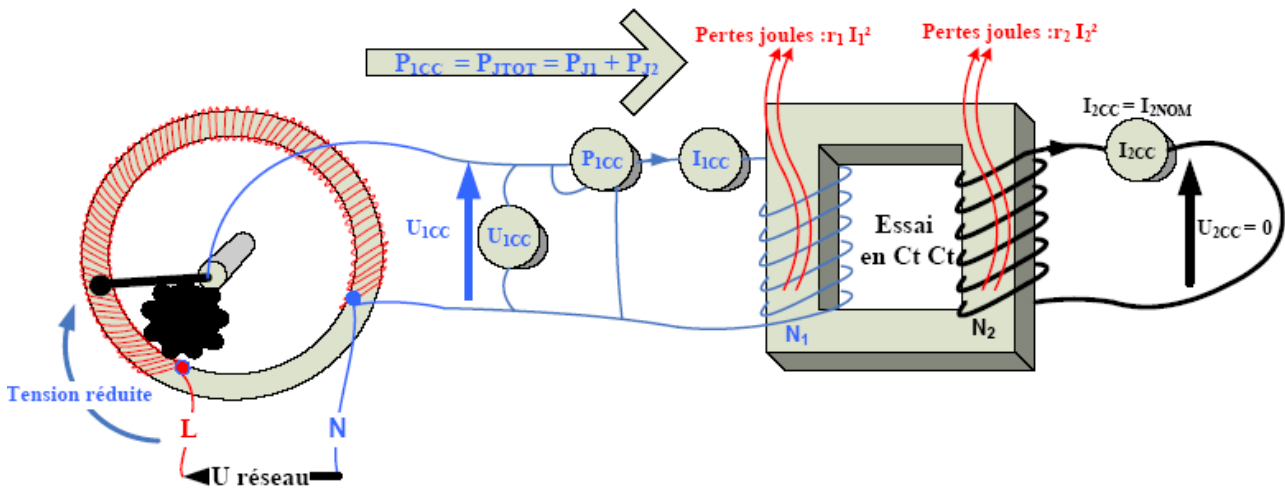
$$\delta U_2 = 4\%$$

- *Cela signifie que la chute de tension relative représente 4% de la tension U_{2V} .*

3. **Essai en court circuit à $I_{CC} = I_{2\text{NOM}}$:** *Il permet d'effectuer un mesurage direct très précis des pertes joules dissipées dans les enroulements du transformateur.*

- ▶ Lorsque les pertes fer et cuivre sont connues, le rendement est alors :

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_{FER} + P_{JT}}$$

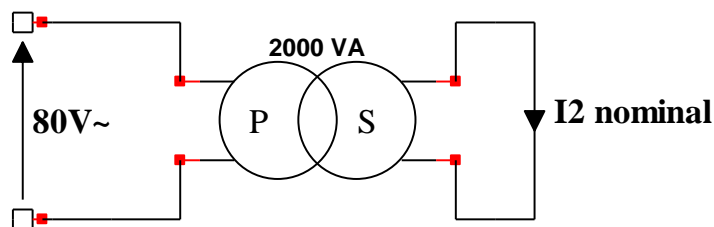


- ▶ A.N : Choisissons le transformateurs de puissance nominale $S = 2000VA$ [voir N°4]

La tension U_{1CC} qui génère le courant $I_{2CC} = I_{2NOM}$ est repérée sur la plaque signalétique des transformateur de la façon suivante : « Tension de C.C » et a pour valeur : « 2,5% »

Cela signifie que si l'on applique 2,5% de la tension nominale $U1$ au primaire de ce transformateur, il circulera le courant I_{2NOM} dans l'enroulement secondaire que l'on aura préalablement court circuité.

Tension primaire : 3200 V $U_{1CC} = \frac{2,5 \times 3200}{100} = 80V$



- ▶ Cette méthode est la plus utilisée car elle ne nécessite pas la mise en charge du transformateur et permet de mesurer les pertes joules totales sur des transformateurs de très forte puissance

4. Caractéristiques techniques de quelques transformateurs monophasés

TYPE :

Transformateur monophasé pour réseau monophasé.

Araldite, incorrodable, étanche, enterrable dans un regard visible, débrochable

Degré de protection : IP 68

Tension primaire : 3200 V

Tension d'isolement primaire : 7,2 kV

Tension secondaire à vide : 237 V

Tension d'isolement secondaire : 1,1 kV

Couplage : monophasé

Diélectrique : huile

Puissance nominale : 400, 630, 1000, 2000, 3000, 5000, 10000 VA

Puissance utile suivant normes éclairage public : 320, 504, 800, 1600, 2400, 4000, 8000 VA

Transformateurs conformes aux normes NFC 52 410



CARACTERISTIQUES TED MMX - 0,4 à 10 kVA							
Puissance nominale (VA) —————	400	630	1000	2000	3000	5000	10000
Puissance utile (VA) —————	320	504	800	1600	2400	4000	8000
Pertes fer (W) —————	10	15	20	30	45	60	110
Pertes cuivre (W) —————	13	20	26	38	45	75	130
Tension de C.C. (%) —————	3,4	3,4	2,9	2,5	2,5	2,5	3,0
Chute de tension (%) cos = 1 ———	3,2	3,17	2,6	1,91	1,52	1,52	1,34
Chute de tension (%) cos = 0,8 ———	3,16	3,28	2,84	2,49	2,4	2,4	2,66
Courant magnétisant (%) —————	12	10	9	8,5	8	8	5
Longueur (mm) —————	361	361	400	400	400	400	∅ 500
Largeur (mm) —————	256	256	374	374	374	374	∅ 500
Hauteur (mm) —————	430	430	435	435	435	435	565
Poids total (kg) —————	33	35	55	60	65	77	145
Poids huile (kg) —————	4	3,6	8	7,6	8	7,6	18,5