

Radio-Club de la Haute Île



F5KFF / F6KGL

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

Le cours de F6KGL

présenté par F6GPX

Technique

Chapitre 3- Première partie

Transformateurs, piles et accumulateurs

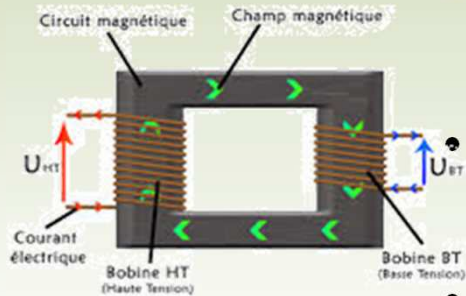
Ce document a servi pour le cours enregistré le 03/03/2017.

Ce document (*PDF*), le fichier audio (*MP3*) et les liens des vidéos (*Youtube*) sont disponibles sur la page <http://f6kgl-f5kff.fr/lespodcasts/index.html>



3-1) Transformateurs

- Un transformateur est composé d'au moins **deux enroulements** bobinés autour d'un **même circuit magnétique**
- Le transformateur est un cas particulier de **bobines couplées**.
- L'énergie est appliquée sur le **primaire** et est récupérée sur le ou les **secondaires**.
- Un transformateur possède plusieurs caractéristiques :



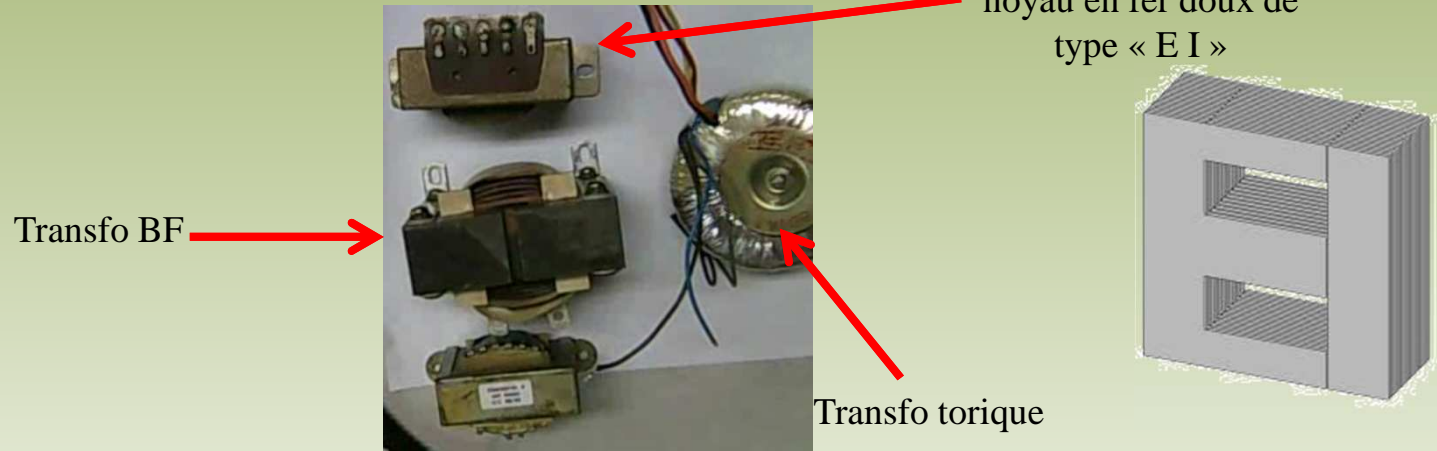
- le **nombre de spires** donne le rapport de transformation N (des tensions : élévateur ou abaisseur)
- la **puissance** utile délivrée au(x) secondaire(s) du transformateur est exprimée en VA (et non pas en watts)
- le **rendement** η (êta) d'un transformateur parfait est de 100% : toute l'énergie présente sur le primaire est transférée sur le secondaire

*voir aussi page **CNFRA** dans Radio-REF de mai 2010
 et les pages 88 à 105 de l'**annexe au cours** réalisée par Gérard F4FPS*



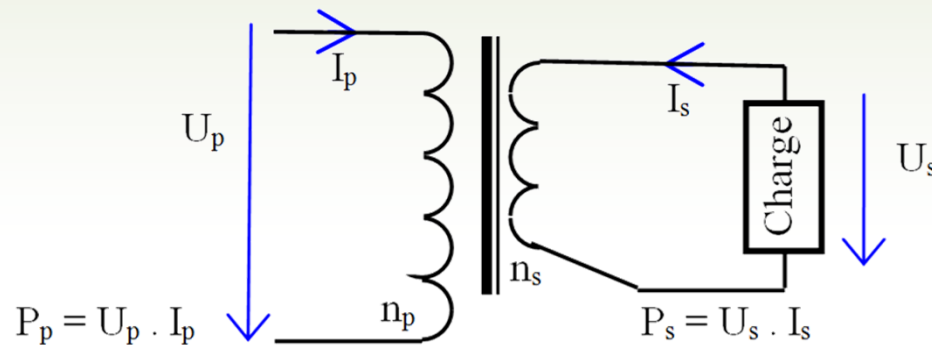
3-1) Transformateurs

- Quelques transformateurs



- Formules du transformateur parfait (ou idéal)

- $U_s / U_p = n_s / n_p = N$ et $I_s / I_p = n_p / n_s = 1/N$



Couples de rapports proportionnels

N	U_s	I_p	n_s	$\sqrt{Z_s}$
1	U_p	I_s	n_p	$\sqrt{Z_p}$

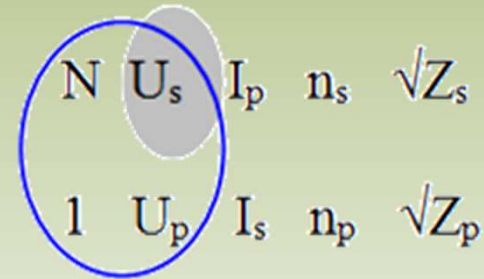


3-1) Transformateurs

- **Exemple 1** : un transformateur, alimenté en 282 Vmax à son primaire, a un rapport de transformation de 1/10. Quelle sera la tension efficace mesurée au secondaire ?

$$U_p = 282 \text{ Vmax} \times 0,707 = 200 \text{ Veff}$$

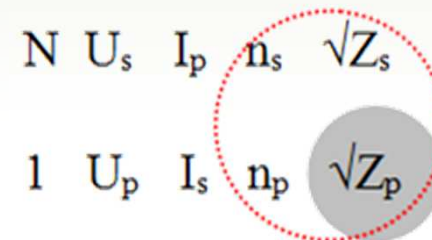
$$U_s = U_p \times N = 200 \times 1/10 = \mathbf{20 \text{ Veff}}$$



- **Exemple 2** : sur le secondaire d'un transformateur est branchée une résistance de 200 ohms. Le transformateur possède 80 spires au primaire et 40 spires au secondaire. Quelle impédance mesure-t-on au primaire ?

$$N = n_s / n_p = 40 / 80 = 1/2 = 0,5$$

$$Z_p = Z_s / N^2 = 200 / 0,5^2 = \mathbf{800 \Omega}$$





3-2) Transformateurs non parfaits

- Excepté le **calcul du rendement**, l'étude du transformateur non parfait n'est pas au programme de l'épreuve technique.
- Le **rendement** est fonction du coefficient de couplage des enroulements (*coefficient de mutuelle induction*)
 - *un rendement de **80%** est courant pour les transformateurs d'alimentation (rendement optimal si 50 Hz et courant sinusoïdal)*
 - *en utilisation normale, le rendement **influe plus sur le courant** que sur la tension : la tension est proportionnelle au nombre de spires*
 - *le rendement influe **sur le rapport de transformation des impédances** (rapports tension/intensité)*
 - *plus on se rapproche de la **puissance maximum admise** par le transformateur, plus la tension du secondaire baisse (la tension n'est plus proportionnelle au nombre de spires)*
 - *un transformateur **sous-utilisé** (ou sous-dimensionné) a un mauvais rendement : vérifier les caractéristiques du constructeur*
 - *les **courants de Foucault** provoquent des pertes par échauffement (le feuilletage des noyaux en fer doux limite ces courants et réduit ces pertes)*



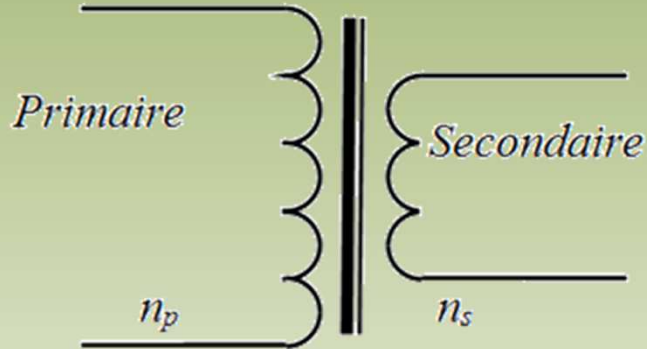
Léon Foucault
1819 – 1868

Mise en évidence du phénomène en 1851, année où il installe son pendule au Panthéon



3-2) Transformateurs non parfaits

- Les **formules** du transformateur non parfait



Rapport de transformation : $N = n_s / n_p$

Rendement : $\eta(\%) = (P_s / P_p) \times 100$

$$P_s = U_s \cdot I_s = P_p \cdot \eta$$

$$P_p = U_p \cdot I_p$$

$$U_s = U_p \cdot N$$

$$I_s = (I_p \cdot \eta) / N$$

$$Z_p = U_p / I_p$$

$$Z_s = U_s / I_s$$

$$= (U_p \cdot N) / (I_p / N \cdot \eta)$$

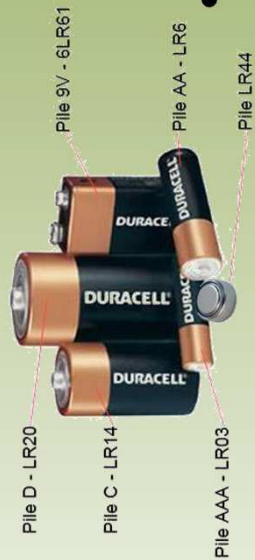
$$= (U_p \cdot N^2 \cdot \eta) / I_p = Z_p \cdot N^2 \cdot \eta$$

- Cas particulier : l'autotransformateur*



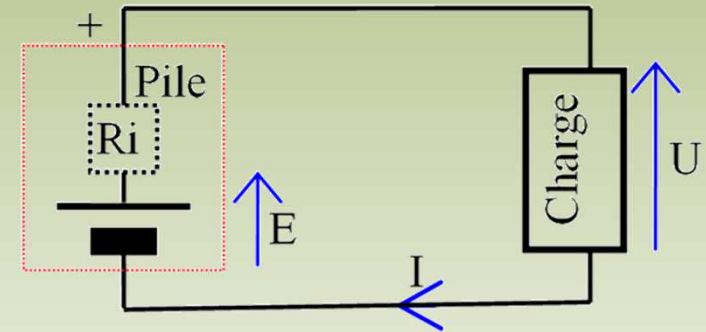


3-3) Piles et accumulateurs



- Les **piles** et les **accumulateurs** sont des **réserves de courant continu**. Ils emmagasinent l'électricité grâce une réaction chimique (*électrodes, bain électrolytique*).

- **représentation** schématique :
- **une pile est une source**
- **un accumulateur est une source ou une charge** selon qu'on le fait débiter ou qu'on le recharge.



- Une pile (ou un accu) possède des caractéristiques propres:
 - sa **force électromotrice** (fém) est la tension **E** à vide, variable selon la **constitution chimique** des électrodes.
 - la **fcém** (force contre-électromotrice) d'un accumulateur est toujours supérieure à sa fém (il faut une tension pour inverser la réaction chimique)
 - sa **résistance interne** en Ω (très faible pour les accus)
 - lorsque la pile est usée, sa résistance interne augmente
 - sa **capacité** : en C ou en Ah (**1 Ah = 3600 C**)



Georges Leclanché

1836 – 1882

Sa pile est primée à l'Exposition Universelle de Paris (1867)



3-3) Piles et accumulateurs

- Réactions chimiques (dépend du couple utilisé) :

- *Pile de Volta*
Zinc-Cuivre :
 $fém = 1,1 V (-0,31 + 0,79)$

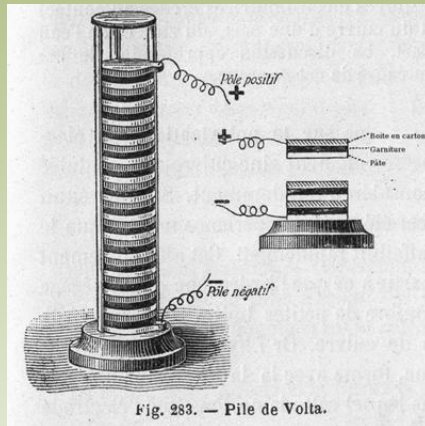
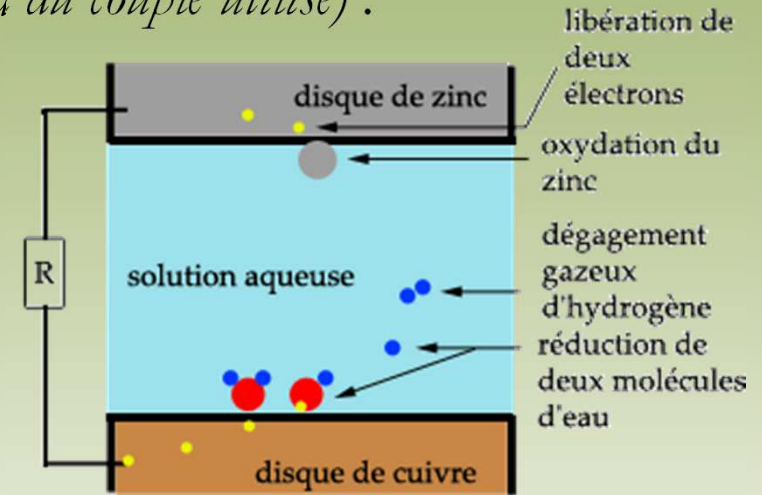
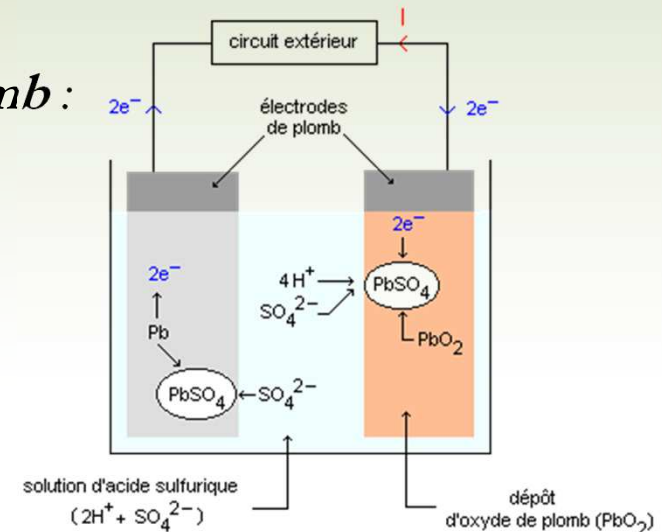
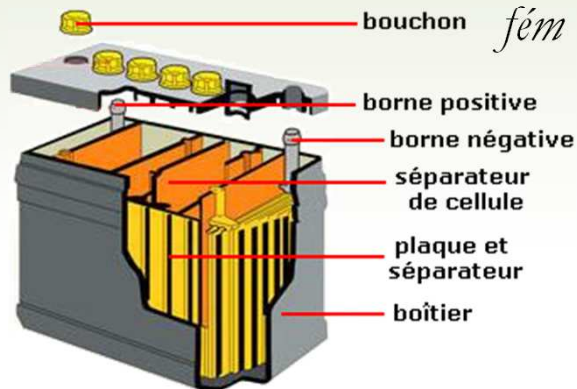


Fig. 283. — Pile de Volta.

- *Pile Leclanché (saline)*
Zinc-Charbon
 $Fém = 1,5 V$



- *Accumulateur au Plomb*
Plomb pur-Dioxyde de plomb :
 $fém = 2,04 V (-0,356 + 1,685)$



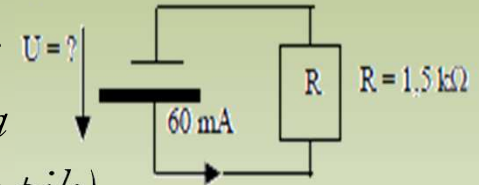


3-3) Piles et accumulateurs

- Les questions de l'examen portent souvent sur la chute de tension générée par la résistance interne des piles. La loi d'Ohm nous vient en aide pour résoudre ces problèmes.



- *Sur quelques schémas, des piles sont dessinées. Elles montrent un générateur mais la question porte sur la charge (la résistance) et non pas sur le générateur (la pile)*



- Exemple 1 : aux bornes d'une pile dont la Fém est de 9 volts, on branche une résistance de 200 ohms. Un courant de 40 mA est constaté dans cette résistance. Quelle est la résistance interne de la pile ?

$$U_R = R \cdot I_R = 200 \, \Omega \times 0,04 \, \text{A} = 8$$

$$U_{Ri} = E - U_R = 9 \, \text{V} - 8 \, \text{V} = 1 \, \text{V}$$

$$R_i = U_{Ri} / I = 1 \, \text{V} / 0,04 \, \text{A} = \mathbf{25 \, \Omega}$$

ou : $R_i = (E / I) - R = (9 \, \text{V} / 0,04 \, \text{A}) - 200 \, \Omega = 225 - 200 = \mathbf{25 \, \Omega}$



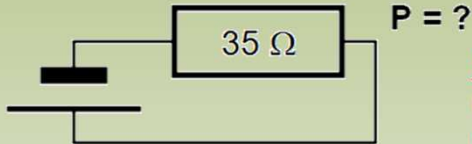
3-3) Piles et accumulateurs

- Exemples 2 et 3 :

Exemple 2 :

$$E = 4,5 \text{ V}$$

$$r_i = 10 \Omega$$



Réponse :

$$\text{calcul de } I_R : I = U / R = E / (R + r_i) = 4,5 / (35 + 10) = 0,1 \text{ A}$$

$$\text{calcul de } P_R : P = R \cdot I^2 = 35 \times 0,1^2 = 35 \times 0,01 = 0,35 \text{ W} = 350 \text{ mW}$$

Exemple 3 : Un accumulateur dont la force électromotrice est de 12 volts et dont la résistance interne est négligeable se décharge en 3 heures lorsqu'il est branché sur une résistance de 10 ohms. Quelle est la capacité de l'accumulateur (en coulombs et en ampère-heure) ?

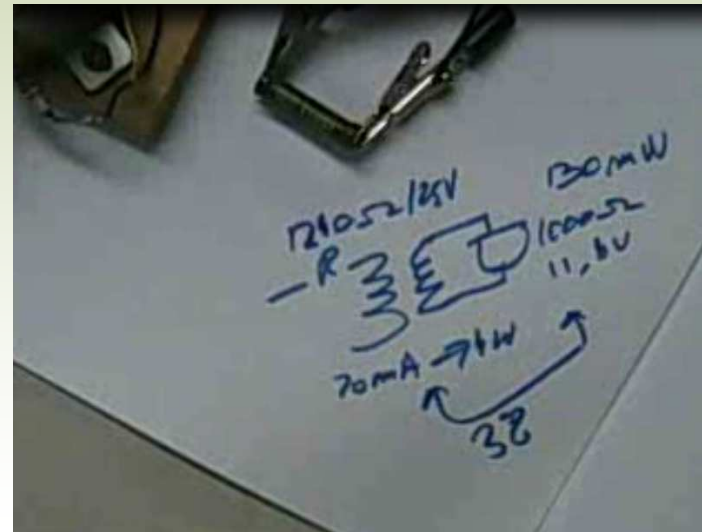
Réponse : $I_R = U_R / R = E / R = 12 \text{ V} / 10 \Omega = 1,2 \text{ A}$; $Q \text{ (C)} = I \text{ (A)} \cdot t \text{ (s)} = 1,2 \times 3 \times 3600 = 12\,960 \text{ C}$ soit 3,6 Ah



Chapitre 3 - 1^{ère} partie

Le montage de la soirée

- Soit un transformateur alimenté en 220 V et une résistance de charge de 1000Ω sur son secondaire
 - Calculer la puissance présente sur le secondaire
 - Calculer la puissance présente sur le primaire
 - En déduire le rendement du transformateur



Radio-Club de la Haute Île



F5KFF / F6KGL

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

Le cours de F6KGL

était présenté par F6GPX

Bon week-end à tous et à la semaine prochaine !

**Retrouvez-nous tous les vendredis soir au Radio-Club
de la Haute Île à Neuilly sur Marne (93) F5KFF-F6KGL**

ou sur 144,575 MHz (FM) ou encore sur Internet.

Tous les renseignements sur ce cours et d'autres documents
sont disponibles sur notre site Internet, onglet "*Formation F6GPX*"

f6kgl.f5kff@free.fr

<http://www.f6kgl-f5kff.fr>