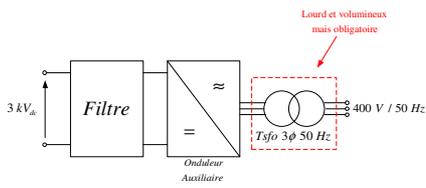


# Etude de l'influence de la fréquence sur la masse d'un transformateur

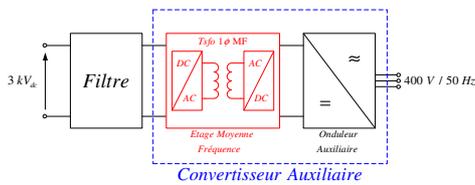
C. Versèle, O. Deblecker et J. Lobry

Service de Génie Electrique, Faculté Polytechnique de Mons, Bd Dolez, 31, 7000 Mons (Belgique)  
christophe.versele@fpms.ac.be

## Contexte : Convertisseurs auxiliaires (ferroviaire)



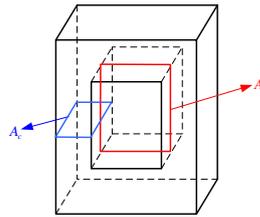
Objectif : réduction de la masse (et du volume)



Solution : augmentation de la fréquence  $f$

## Modélisation du transformateur

### « Produit des aires »



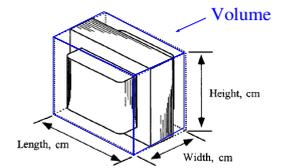
$$A_p = A_c \cdot A_w$$

$$V_T = K_T \cdot A_p^{0.75}$$

$$W = K_W \cdot A_p^{0.75}$$

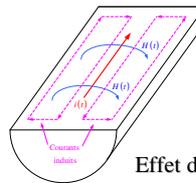
$$V_{core} = K_{V_{core}} \cdot A_p^{0.75}$$

$$V_{copper} = K_{V_{copper}} \cdot A_p^{0.75}$$

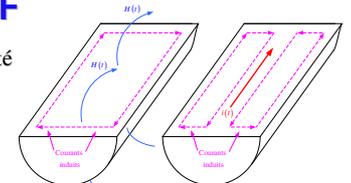


## Effets HF

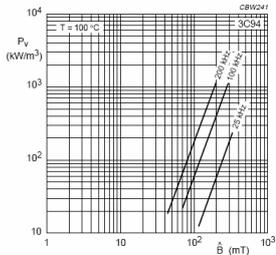
Effet de proximité



Effet de peau



## Modélisation des pertes du transformateur



Pertes dans le noyau magnétique

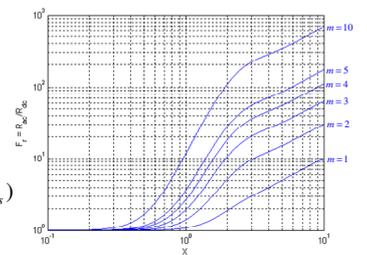
$$P_{core} = K_c \cdot f^\alpha \cdot B_m^\beta \cdot V_{core}$$

Ferrite 3C94 :  $\begin{cases} K_c = 1,5 \cdot 10^{-6} \\ \alpha = 1,6 \\ \beta = 2,7 \end{cases}$

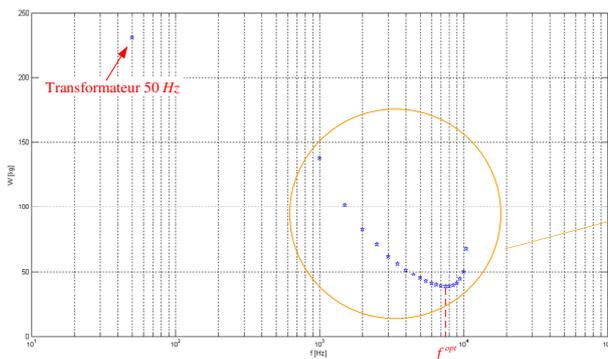
Pertes dans les conducteurs

$$P_{cop} = \rho_{cop} \cdot F_{r1} \cdot J_{w1}^2 \cdot V_{cop1} + \rho_{cop} \cdot F_{r2} \cdot J_{w2}^2 \cdot V_{cop2}$$

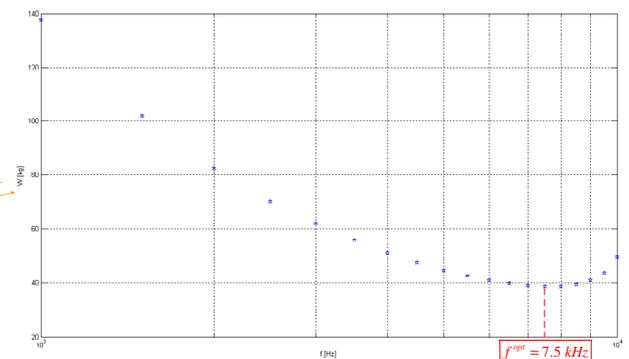
$$F_{r_i} = \frac{R_{ac_i}}{R_{dc_i}} \quad F_{r_i} = \text{fonction}(f, m, N_s, A_s)$$



## Résultats (transformateur de 100 kVA) – Conclusion



Zoom



Existence d'une **fréquence optimale** fonction d'un grand nombre de paramètres (puissance apparente du transformateur, type de bobinage, type de ferrite, conditions de fonctionnement, etc.) **pour laquelle la masse du transformateur est minimum !**

**Optimisation du transformateur indispensable** pour diminuer la masse des convertisseurs auxiliaires utilisés dans le domaine ferroviaire !