

Production et transport de l'électricité

Expliquer comment une centrale produit une tension alternative, lire un oscillogramme (période, fréquence, $U_{\max}$) et justifier le transport à haute tension par les pertes Joule.

1 Définitions

- **Alternateur** : rotor (aimant qui tourne) + stator (bobines) ; convertit l'énergie mécanique en énergie électrique alternative. Plus il tourne vite, plus f et $U_{\max}$ sont grands.
- **Turbine** : ce qui fait tourner l'alternateur : vapeur (thermique, nucléaire), eau (barrage), vent (éolienne). Photovoltaïque : ni turbine ni alternateur (continu, onduleur).
- **Tension continue** (pile) : signe et valeur constants.
Alternative : change de signe ; sinusoïdale si la courbe est une sinusoïde.
- **Transformateur** : élève ou abaisse une tension **alternative** seulement.

2 Formules

- $f = 1 / T$ (Hz, s) ; $U_{\max}$ lu sur la crête ; $U_{\text{eff}} \approx U_{\max} / 1,41$.
- Transformateur idéal : $U_1 \times I_1 = U_2 \times I_2$; $U_2 / U_1 = n_2 / n_1$.
- Puissance transportée : $P = U \times I$, donc $I = P / U$.
- **Pertes en ligne** = $R \times I^2$; tension $\times k \Rightarrow$ intensité $\div k \Rightarrow$ pertes $\div k^2$.
- Rendement du transport = $(P - \text{pertes}) / P$.

3 Repères

- Secteur : **50 Hz**, **$T = 20$ ms**, **230 V efficaces**, **$U_{\max} \approx 325$ V**.
- Centrale ≈ 20 kV $\rightarrow$ THT 400 kV / 225 kV $\rightarrow$ 63 kV $\rightarrow$ 20 kV $\rightarrow$ 230 V.
- 100 MW sur 4 Ω : 100 % perdus à 20 kV, 0,25 % à 400 kV.
- France : 55 GW la nuit, jusqu'à 83 GW un soir d'hiver ; réacteur $\approx 1,3$ GW.

4 Méthode : un oscillogramme

1. Continue (droite) ou alternative (change de signe) ?
2. Compter n motifs sur une durée connue : $T = \text{durée} / n$, en secondes.
3. $f = 1 / T$; comparer à 50 Hz.
4. $U_{\max}$ = hauteur d'une crête (divisions $\times$ calibre).

5 Pièges à éviter

- Un transformateur sur une pile : rien en sortie.
- Dire que la haute tension « augmente la puissance » : elle diminue l'intensité, à puissance égale.
- Diviser les pertes par k au lieu de k^2 .
- Confondre 230 V (efficace) et 325 V (maximale).
- Croire que l'alternateur crée de l'énergie : il faut toujours une source qui le fait tourner.

L'ESSENTIEL

- L'alternateur convertit une rotation en tension alternative ; une turbine (vapeur, eau, vent) le fait tourner.
- Tension alternative : période T , fréquence $f = 1/T$, valeur maximale ; secteur 50 Hz, 230 V efficaces.

- Le transformateur élève ou abaisse une tension alternative en conservant $U \times I$.
- À 400 kV, l'intensité est faible et les pertes $R \times I^2$ deviennent négligeables.
- Production et consommation doivent s'équilibrer à chaque instant : la fréquence 50 Hz en témoigne.