

Comment évaluer l'efficacité énergétique d'un système ?

Sciences de l'ingénieur – Première spécialité

I. L'énergie

a. Définitions

Énergie : grandeur qui caractérise le changement d'état d'un système (unité de compte)

Abstraite, se conserve, ne se mesure pas mais se calcule

Plus généralement, c'est un concept

Énergie primaire : disponible dans l'environnement, exploitable sans transformation

Types d'énergies : mécanique, électrique, thermique, chimique, hydraulique, rayonnante, nucléaire

Énergie d'entrée **absorbée**, énergie de sortie **utile**, énergie perdue **dissipée**

b. Formules générales

$$E = P \times t$$

E = énergie en Joules (J) 1 Wh = 3600 J

P = Puissance en Watts (W)

t = temps en secondes (s)

$$E_{perdue} = E_{conso} - E_{utile}$$

c. Énergie mécanique

Énergie potentielle $E_p = m \times g \times h$

m = masse (kg)

Sur Terre, $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

h = altitude (m)

Énergie cinétique en translation $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$

Énergie cinétique en rotation $E_c = \frac{1}{2} \times I \times \omega^2$

I = moment d'inertie (kg/m²)

ω = vitesse de rotation angulaire (rad/s)

II. Le rendement

$$\text{Rendement } \eta = \frac{E_{utile}}{E_{conso}}$$

S'exprime en pourcentage, toujours inférieur ou égal à 100% car un système ne peut fournir plus d'énergie qu'il en consomme (il y a toujours des pertes).

Le rendement global est le produit des rendements de chaque bloc fonctionnel de la chaîne de puissance (Alimenter - Distribuer - Convertir - Transmettre) et est toujours inférieur au plus petit des rendements

$$\eta_{global} = \eta_{alimenter} \times \eta_{distribuer} \times \eta_{convertir} \times \eta_{transmettre}$$

III. La puissance

La puissance est le produit de deux grandeurs :

- **Une grandeur d'effort**, qui « tend » à déplacer une certaine quantité de matière
- **Une grandeur de flux**, qui traduit le déplacement avec un certain « débit » d'une quantité de matière

Nature de l'énergie		Grandeur de flux (cinétique)	Grandeur d'effort (potentiel)	Forme de la puissance en Watts (W)
Domaine électrique		Courant électrique I en Ampères (A)	Tension électrique U en Volts (V)	$P_e = U \times I$
Domaine mécanique	Translation	Vitesse linéaire v en m.s ⁻¹	Force F en Newton (N)	$P_{mt} = F \times V$
	Rotation	Vitesse angulaire relative ω en rad.s ⁻¹	Couple C en N.m	$P_{mr} = C \times \omega$
Domaine hydraulique		Débit volumique Q _v en m ³ .s ⁻¹	Différence de pression Δp en Pascal (Pa)	$P_H = \Delta p \times Q$
Domaine thermique		<i>Dans le domaine thermique, la grandeur de flux a déjà l'unité d'une puissance et la puissance thermique est égale au flux. C'est donc l'analogie électrique (en partant de la loi d'Ohm) que nous utiliserons pour simuler en thermique.</i>		

$$\Delta p = \rho \times g \times h$$

ρ = masse volumique (eau : 1000 kg/m³)

h = altitude (m)

$$E_{elec} = U \times I \times t = U \times Q$$

Q = capacité (A.h ou A.s)

Batteries branchées en **série** : même capacité, augmentation de la tension

Batteries branchées en **dérivation** (ou **parallèle**) : même tension, augmentation de la capacité

IV. Conseils pour les calculs

- **Regarder l'unité de la grandeur à calculer** et adapter les unités de la formule en conséquence
- **Écrire d'abord la formule avec ses unités**, éventuellement l'isolation d'une grandeur et après l'application numérique
- Dans la chaîne de puissance, **mettre les informations qu'on connaît sur chaque bloc fonctionnel** (exemple : dans Alimenter, si on a une grandeur de ce qui rentre, la préciser)
- **Regarder dans l'énoncé** si on parle d'une ou plusieurs sources d'énergie (exemple : dans une station STEP, il y a peut-être plusieurs groupes turbine/alternateur)
- Si un calcul inconnu est présent, **regarder en quelle unité le résultat est attendu** afin d'adapter les valeurs et les opérations à faire
- **Laisser les termes de l'énoncé** s'ils sont explicitement donnés (ex : si la puissance est symbolisée W, laisser ainsi) + mettre noms adaptés (ex : quand on parle de batteries mettre en indice « bat »)
- **Calculs sur schéma électrique**, regarder la consigne :
 - Calculer un courant : loi des nœuds s'il y en a et qu'on connaît les autres courants / loi d'Ohm s'il y a une résistance traversée par ce courant
 - Calculer une tension : loi des mailles si on connaît les autres tensions / loi d'Ohm si il y a une résistance
 - Calculer une résistance : loi d'Ohm si on connaît le courant et la tension / Résistance équivalente si on connaît la valeur des autres résistances