

variables d'effort et de flux · l'unité des domaines physiques

Dans tous les domaines techniques, on retrouve 2 grandeurs duales dont le produit est la puissance : un **effort** (cause) et un **flux** (effet).

| Domaine               | Effort (cause)    | Flux (effet)             | Puissance $P$        |
|-----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|
| Électrique            | tension $U$ (V)   | courant $I$ (A)          | $P = U \cdot I$      |
| Mécanique translation | force $F$ (N)     | vitesse $v$ (m/s)        | $P = F \cdot v$      |
| Mécanique rotation    | couple $C$ (N·m)  | vitesse $\omega$ (rad/s) | $P = C \cdot \omega$ |
| Hydraulique           | pression $p$ (Pa) | débit $q$ (m³/s)         | $P = p \cdot q$      |
| Thermique             | $\Delta T$ (K)    | flux $\Phi$ (W)          | -                    |

**idée clé** · cette analogie permet d'utiliser les mêmes outils (schémas blocs, fonctions de transfert) pour étudier un moteur, un circuit RC, un échangeur thermique...

## Puissance mécanique

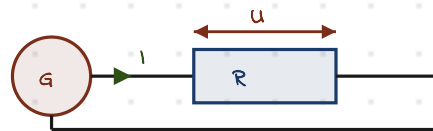


$$P = F \cdot v \quad \cdot \quad P = C \cdot \omega$$

→  $P$  en watts (W) ·  $F$  en N ·  $v$  en m/s ·  $C$  en N·m ·  $\omega$  en rad/s

→ Lien  $v = r \cdot \omega$  avec  $r$  rayon (m)

## Puissance électrique



$$P = U \cdot I \quad \cdot \quad P = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

→ Continu : valeurs constantes · Alternatif :  $P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos \varphi$

→ Énergie consommée sur  $t$  :  $E = P \cdot t$  (J ou Wh)

## Énergie · définitions clés

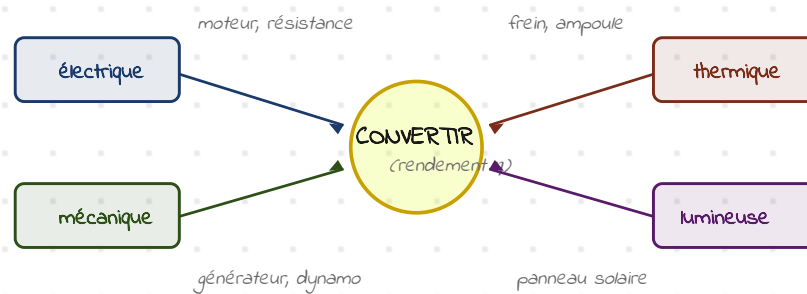
$$P = \frac{E}{t} \quad \cdot \quad E = \int_0^t P(\tau) d\tau$$

| Unité       | Relation    |
|-------------|-------------|
| 1 J (joule) | = 1 W × 1 s |
| 1 Wh        | = 3 600 J   |
| 1 kWh       | = 3,6 MJ    |
| 1 cal       | ≈ 4,18 J    |

Énergie cinétique ·  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

Énergie potentielle ·  $E_p = mgh$

## Formes d'énergie · conversions



## Chaîne de puissance · 4 fonctions



→ Chaque fonction transporte de la puissance, avec un rendement  $\eta_i < 1$ .

→ Rapport de transmission engrenage ·  $r = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{Z_e}{Z_s}$

## Autonomie d'un système embarqué

$$t_{auto} = \frac{C_{batt}}{P_{conso}}$$

→  $C$  capacité (Wh) ·  $P$  puissance moyenne (W)

→ Exemple · batterie 10 Wh · robot 2 W →  $t = 5$  h

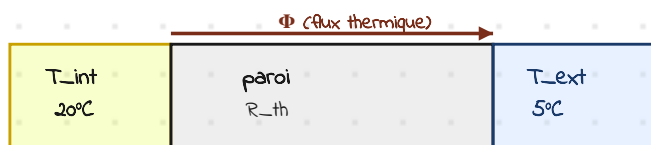
En pratique, tenir compte de :

→  $\eta$  batterie (0,8 - 0,95)

→ variations selon phases (démarrage / croisière / arrêt)

→ marge de sécurité (au moins 20 %)

## Analogie thermique · loi d'ohm thermique



$$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}} \quad \cdot \quad \Phi \text{ en W}$$

→ Analogie à  $I = U/R$  en électricité

→  $R_{th}$  résistance thermique (K/W) · plus elle est grande, mieux on isole.

## ordres de grandeur · à connaître

| Source              | Puissance typique |
|---------------------|-------------------|
| LED indicateur      | ≈ 20 mW           |
| Arduino Uno         | ≈ 0,5 W           |
| Moteur CC jouet     | 1 - 10 W          |
| Ampoule LED         | 5 - 15 W          |
| Plaque cuisson      | 1 500 - 2 500 W   |
| voiture (croisière) | 15 - 25 kW        |
| Éolienne moderne    | 2 - 8 MW          |

**vérifier les ordres** · une LED ne consomme jamais 20 W → erreur d'unité probable.