

Avant-propos

Ce livre a été réalisé à partir des cours de première et terminale S - sciences de l'ingénieur, de deux professeurs de SII (sciences industrielles de l'ingénieur).

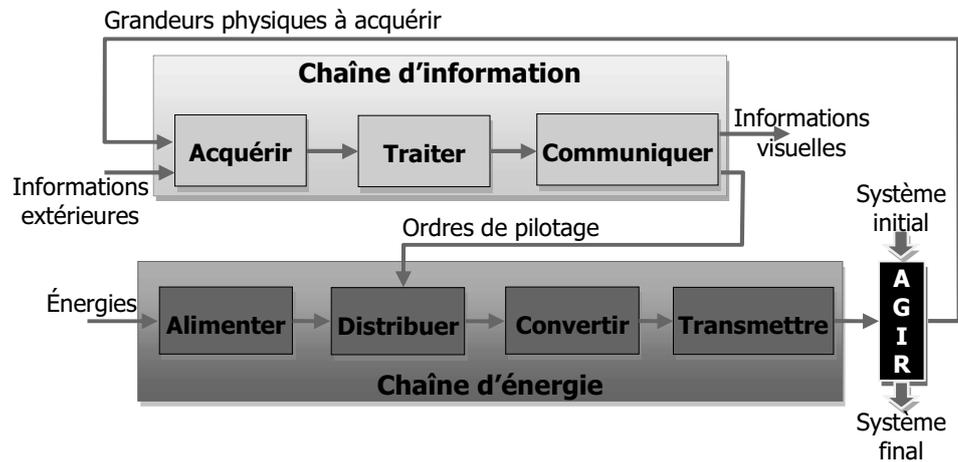
Il s'adresse à des élèves qui ont du mal à repérer les fondamentaux dans le cours de sciences de l'ingénieur.

Ce livre reprend la plupart des champs technologiques des systèmes réels supports de sujets de baccalauréat.

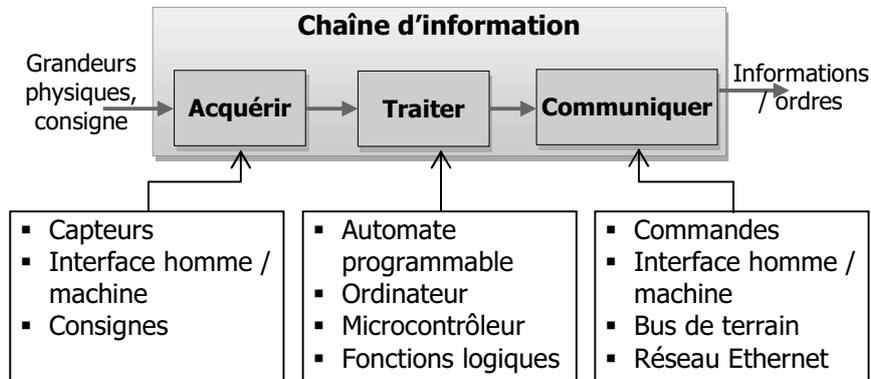
Chaque chapitre est décomposé en 3 parties :

- notion de cours ;
- exercices ;
- solutions.

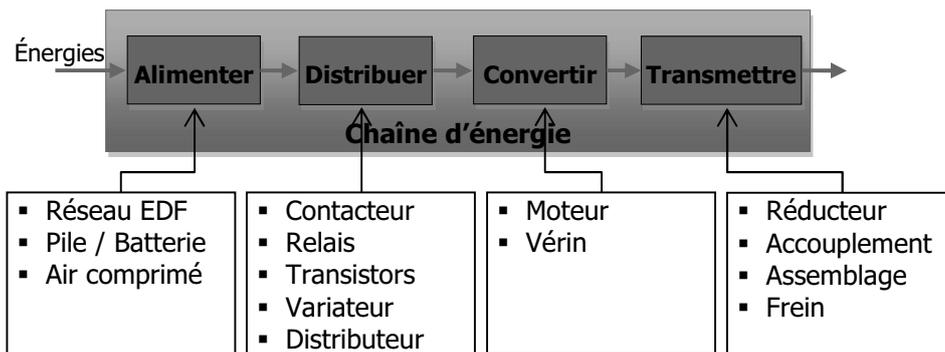
Tout système est traversé par un flux d'énergie et un flux d'informations ; il peut être représenté par le schéma bloc :



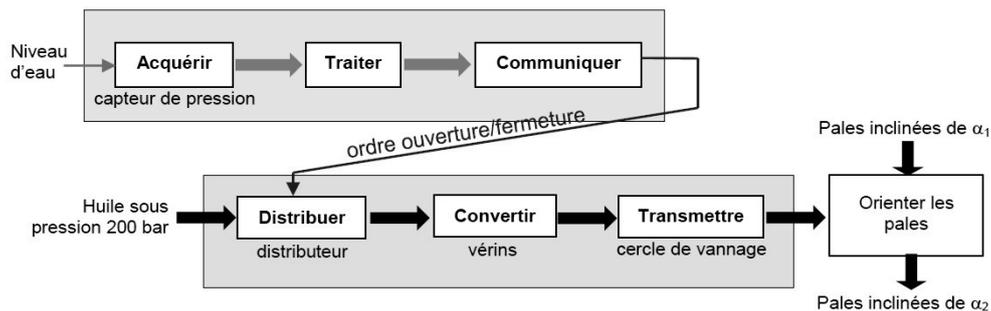
- Exemples de technologies associées à la chaîne d'information :



- Exemples de technologies associées à la chaîne d'énergie :



Exemple : extrait « production hydroélectrique » (concours général SI 2013)
 Dans une centrale hydroélectrique, le système permet de piloter l'orientation des pales de la turbine en fonction du niveau d'eau de la rivière.



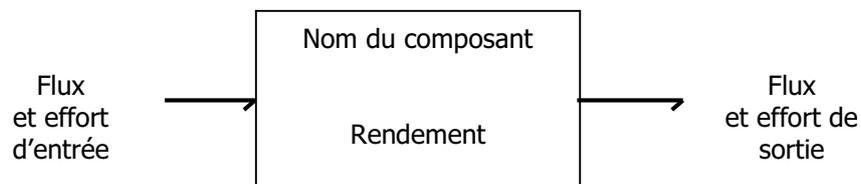
Chapitre 1

Énergie

1. Chaîne d'énergie et bilan énergétique

La chaîne d'énergie décrit le cheminement de l'énergie à travers les composants d'un système. Elle est constituée d'une suite de composants qui transmettent et/ou transforment l'énergie.

Le sens de circulation (flux) de l'énergie est indiqué par des flèches (→).
Suivant le problème, chaque bloc détaille plus ou moins, les grandeurs caractéristiques du composant et les caractéristiques de l'énergie à l'entrée et à la sortie de ce composant :



Le bilan énergétique est tel que la somme des énergies qui entrent dans le système est égale à la somme des énergies qui en ressortent :

$$\sum \text{énergies entrantes} = \sum \text{énergies sortantes}$$

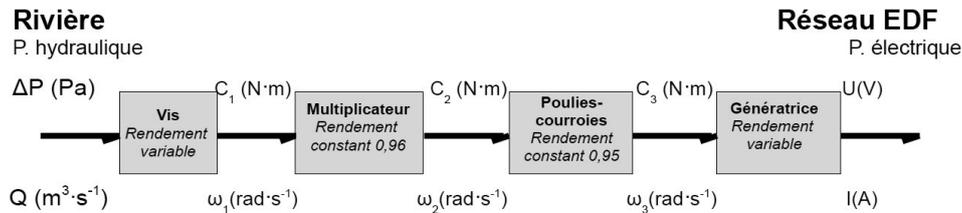
Exemple 1 : (Extrait bac SI 2013 - tensiomètre)

Le fonctionnement du compresseur du système de mesure de tension artérielle est décrit par le schéma bloc :



Exemple 2 : (Extrait bac SI 2015 - centrale hydroélectrique)

La chaîne d'énergie ci-dessous décrit le fonctionnement de la centrale hydroélectrique :



2. Puissance – Énergie

La puissance caractérise la performance d'un système à un instant donné. L'énergie caractérise la consommation de ce système pendant une durée.

2.1. Puissance

La puissance s'exprime en watt (W) et est le produit d'une grandeur d'effort et d'une grandeur de flux :

Puissance (en watt)	Électrique $P = U \cdot I$	Mécanique $P = F \cdot V$	Mécanique $P = C \cdot \omega$	Hydraulique $P = p \cdot Q_v$
Grandeur d'effort	Tension U (V)	Force F (N)	Couple C (N.m)	Pression p (Pa)
Grandeur de flux	Courant I (A)	Vitesse linéaire V (m.s ⁻¹)	Vitesse angulaire ω (rad.s ⁻¹)	Débit volumique Q_v (m ³ .s ⁻¹)

N.B. : les grandeurs citées dans le tableau ci-dessus seront explicitées dans le chapitre « Grandeurs physiques ».

2.2. Énergie

L'énergie E s'exprime en joule (J) et correspond au produit de la puissance P (en watt) et du temps t (en seconde) :

$$E_{(\text{en J})} = P_{(\text{en W})} \cdot t_{(\text{en s})}$$

N.B. : l'énergie peut s'exprimer en watt.heure (W.h) si le temps s'exprime en heure.

Exemple : un radiateur de 1000 W qui fonctionne pendant 1 heure consomme 1000 W.h.

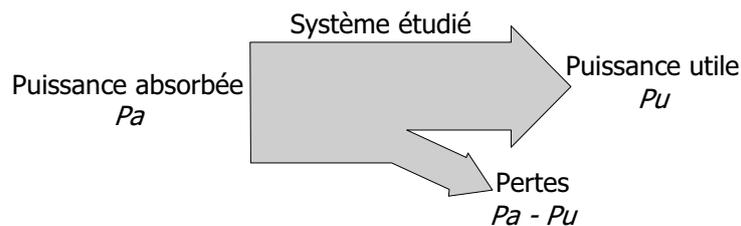
3. Rendement

À un instant donné, le rendement exprime le rapport entre la puissance absorbée par un système (P_a) et la puissance utile restituée par ce système (P_u) :

$$\eta = \frac{\text{Puissance utile}}{\text{Puissance absorbée}}$$

La valeur du rendement est toujours inférieure à 1, ou à 100% si le calcul est fait en pourcentage.

La différence $P_a - P_u$ correspondant aux pertes du système :

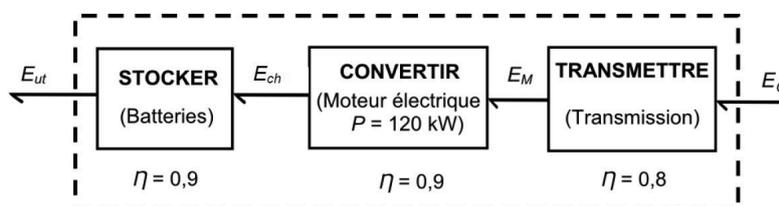


Attention : si le flux d'énergie traverse n systèmes S_1, S_2, \dots, S_n en série, de rendements respectifs $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$; le rendement global η_g est égal au produit de tous les rendements intermédiaires :

$$\eta_g = \eta_1 \times \eta_2 \times \dots \times \eta_n$$

Exemple : (Extrait bac SI 2014 - tramway)

Pendant la phase de freinage d'un tramway, l'énergie cinétique du véhicule est récupérée pour recharger les batteries. Sur cet exemple l'énergie absorbée (E_c) entre à droite sur la chaîne d'énergie et l'énergie utile (E_{ut}) sort à gauche.



Le calcul du rendement global de la chaîne de récupération de l'énergie cinétique du véhicule est donné par :

$$\eta_g = \frac{E_{ut}}{E_c} = \frac{E_{ut}}{E_{ch}} \cdot \frac{E_{ch}}{E_M} \cdot \frac{E_M}{E_c} = \eta_{Batteries} \cdot \eta_{moteur \text{ élec.}} \cdot \eta_{Transmission}$$

Application numérique : $\eta_g = 0,9 \times 0,9 \times 0,8 = 0,648$

4. Exercices

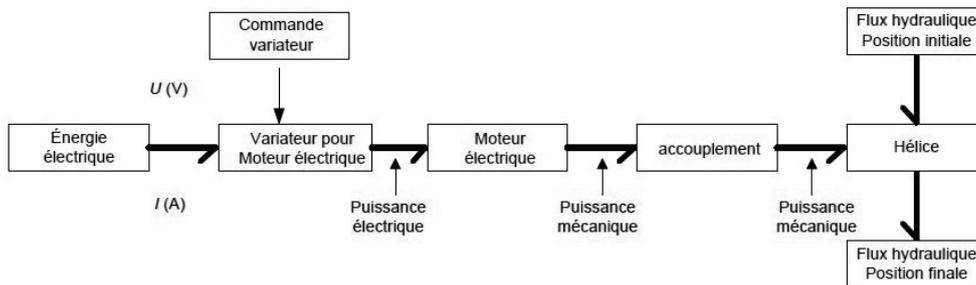
4.1. Chaîne d'énergie

Exercice 1 – AUV, Autonomous Underwater Vehicles (bac SI 2013)

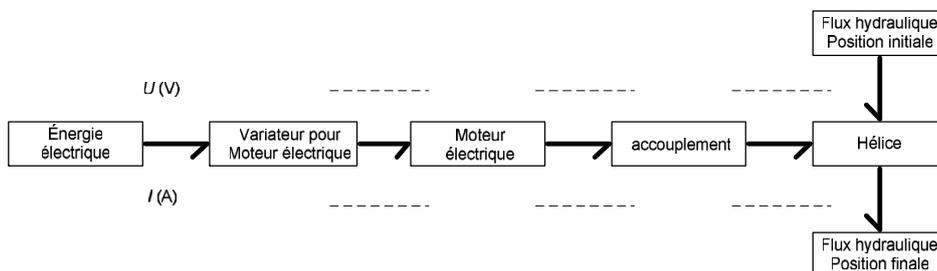


Les AUV sont des sous-marins autonomes utilisés pour des missions de surveillance sous-marine.

La fonction « propulser axialement » d'un sous-marin est représentée ci-dessous :

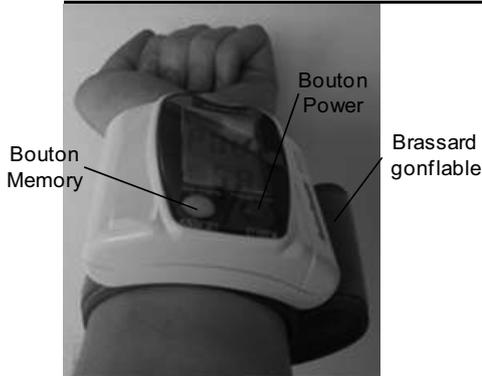


Compléter sur les pointillés du schéma ci-dessous, les grandeurs d'effort et de flux correspondant à la puissance transportée par chacun des liens de puissance. Préciser les unités du système international.



4.2. Puissance – Énergie

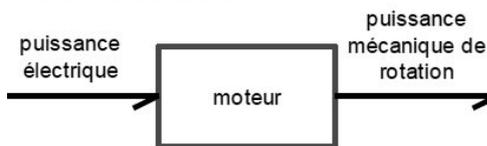
Exercice 2 – Tensiomètre (bac SI 2013)



L'Étude Nationale Nutrition Santé (ENNS) a permis d'estimer à 31 % l'hypertension artérielle dans la population des 18 à 74 ans en 2006-2007. Près de 20 % des personnes ayant une hypertension connue n'étaient pas traitées.

L'hypertension artérielle est définie comme une élévation de la pression du sang dans les artères, par rapport à une valeur dite « normale ». Elle est un facteur de risque majeur et fréquent de nombreuses maladies cardiovasculaires.

Pour entraîner le compresseur du tensiomètre, un moteur électrique doit fournir un couple C_m de 1,5 N.m à une fréquence N_m de 9804 tr.min⁻¹.



1. Quelle est la puissance mécanique P_m que doit produire le moteur électrique ?
2. Quelle est la consommation d'énergie E_m , en W.h, engendrée pour une mesure qui dure 1 min ?

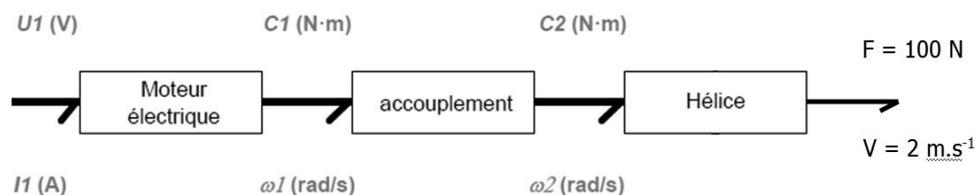
Exercice 3 – AUV, Autonomous Underwater Vehicles (bac SI 2013)



Les AUV sont des sous-marins autonomes utilisés pour des missions de surveillance sous-marine.

L'hélice du sous-marin qui transporte la caméra exerce une force F de 100 N quand il se déplace à une vitesse V de 2 m.s⁻¹.

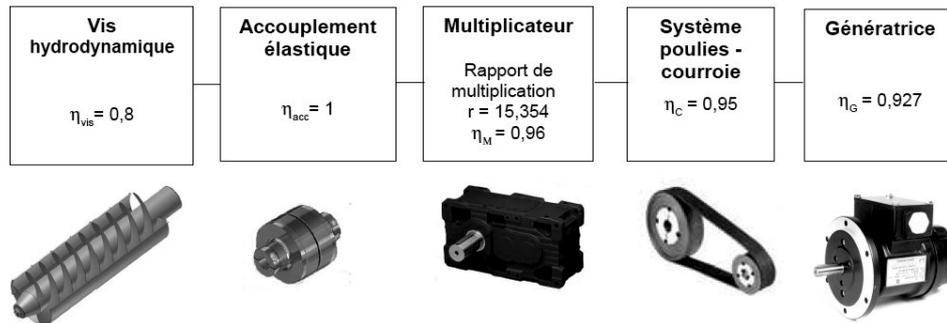
Calculer la puissance mécanique P_m développée par le groupe propulseur du sous-marin.



4.3. Rendement

Exercice 4 – Centrale hydroélectrique (bac SI 2015)

On donne le schéma bloc de l'architecture de conversion de l'énergie de l'eau sur la vis hydrodynamique en énergie électrique :

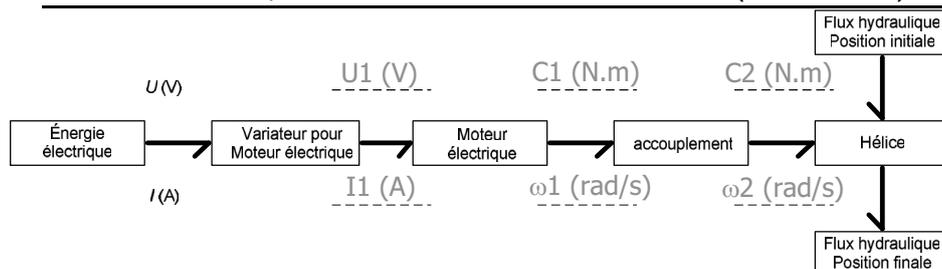


La puissance hydraulique P_{hyd} qui arrive sur la vis hydrodynamique est de 39,24 kW.

1. Déterminer le rendement global de la chaîne de conversion d'énergie.
2. Quelle est la puissance électrique P_{elec} que l'on peut attendre de l'installation ?

5. Solutions

Exercice 1 – AUV, Autonomous Underwater Vehicles (bac SI 2013)



Exercice 2 – Tensiomètre (bac SI 2013)

$$1. P_m = C_m \cdot \omega_m \text{ avec } \omega_m (\text{en rad/s}) = \frac{2 \cdot \pi \cdot N_m (\text{en tr/min})}{60}$$

$$2. E_m = P_m \cdot \text{durée}_{(\text{en heure})}, \text{ application numérique : } E_m = 1,54 \cdot \frac{1}{60} = 0,026 \text{ W.h}$$