Sommaire

1.Énergie, puissance, rendement

Relation entre puissance et énergie

$$E = P \times t$$

E : énergie en joules (J)
P : puissance en watts (W)
t : durée en secondes (s)

Si t est exprimé en heures alors E est exprimé en W.h

Domaine physique	Variable d'effort *E*	Variable de flux *F*	Puissance *P = E ×F*
Mécanique (translation)	Force *F* en N	Vitesse *V* en m/s	$P = F \times V$
Mécanique (rotation)	Couple *C* en N · m	Fréquence de rotation ω en rad/s	$P = C \times \omega$
Hydraulique	Pression *p*en Pa	Débit volumique *Q* en m^3/s	$P = Q \times p$
Électriqueen courant continu	Tension *U*en V	Intensité*I*en A	$P = U \times I$
Thermique	Température *T* en K (Kelvin)	Flux thermique*S*en W/K	$P = T \times S$

Rendement

$$\eta = \frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}} \text{ ou } \eta = \frac{E_{sortie}}{E_{entr\,ée}}$$

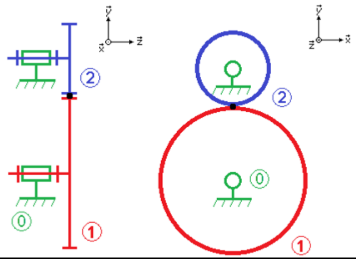
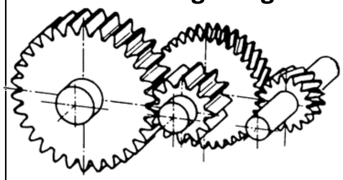
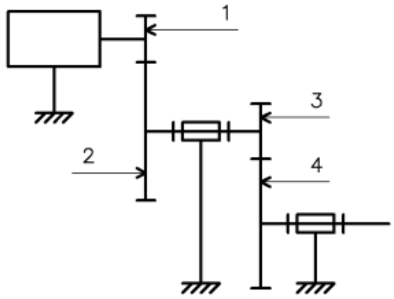
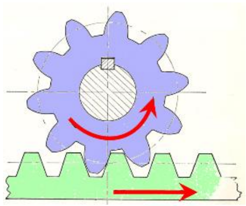
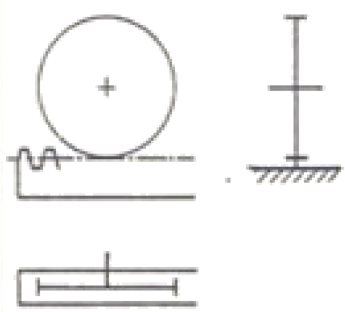
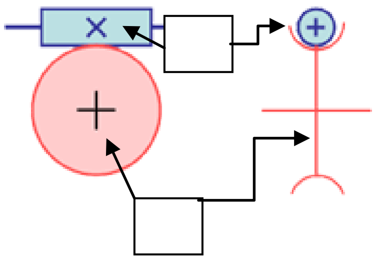
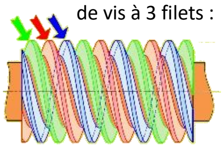
η : rendement (sans unité)
P : puissance en watts (W)
E: énergie (même unité au numérateur et au dénominateur: J ou Wh ou TEP)

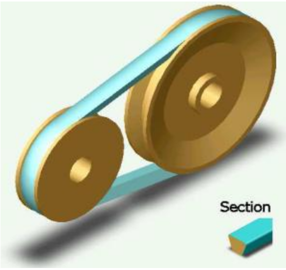
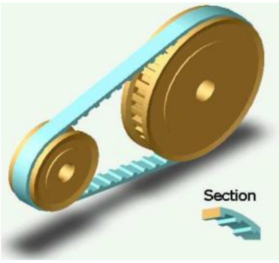
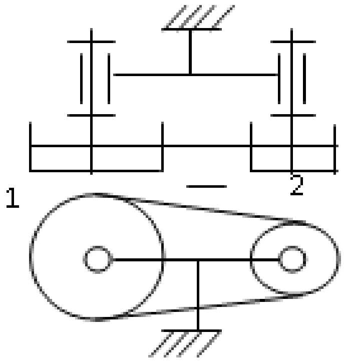
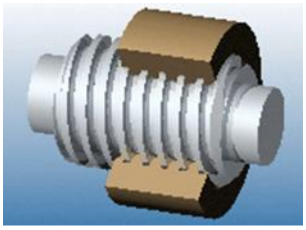
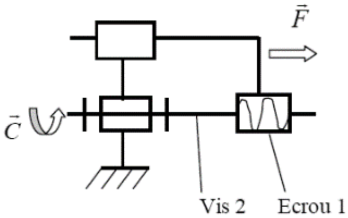
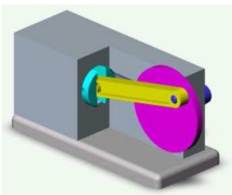
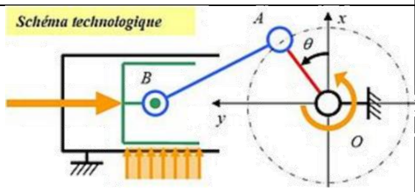
$$\eta_{\text{global}} = \eta_1 \times \eta_2 \times \ldots \times \eta_n$$

Unités de l'énergie :

Joules (J)
Whatt-heure (Wh); 1Wh=3600J
Tonne Equivalent Pétrole (TEP); 1TEP=11 630 000Wh

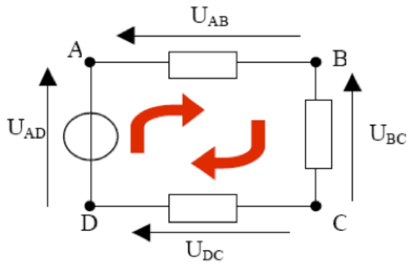
2. Systèmes de transmission de mouvement

Nom	Symbole	Fonction
Engrenage 		$R = \dfrac{\text{Vitesse en sortie}}{\text{Vitesse en entrée}} = \dfrac{Z_{menante}}{Z_{menée}}$ *R* : rapport de réduction *Z* : nombre de dents des roues
Train d'engrenages 		$R = \dfrac{\text{Produit des nombres de dents des roues menantes}}{\text{Produit des nombres de dents des roues menées}}$ $R = \dfrac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4}$ *R* : rapport de réduction *Z* : nombre de dents des roues
Pignon-crémaillère 		Périmètre = 2π x Rayon $d = r \times \theta$ *d* : distance parcourue par la crémaillère (m) *r* : rayon du pignon(m) θ : angle de rotation du pignon (rad) $V = r \times \omega$ V= vitesse, en m/s ω: vitesse de rotation en rad/s
Roue-vis sans fin 	 Exemple de vis à 3 filets : 	Le système est, en général, **irréversible** (la roue ne peut pas entraîner la vis). $R = \dfrac{\omega_2}{\omega_1} = \dfrac{Z_1}{Z_2}$ *R* : rapport de transmission Z_1 : nombre de dents de la roue 1 Z_2 : nombre de filets de la vis 2 ω_1 : vitesse de rotation de la roue 1 ω_2 : vitesse de rotation de la vis 2

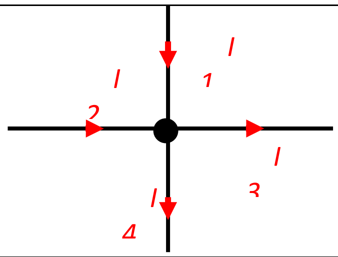
Poulies-courroie  		$$R = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{d_1}{d_2}$$ *R* : rapport de transmission d_i : diamètre de la poulie i (m) ω_i : vitesse angulaire de la poulie i (rad/s) $$V_{\text{courroie}} = \omega \cdot R = \frac{d_1\omega_1}{2} = \frac{d_2\omega_2}{2}$$ *V* : vitesse de translation de la courroie (m/s) V=2π x Rayon x N V : vitesse linéaire courroie (m/s) N : vitesse (tr/s)
Vis-écrou 		Ce mécanisme est, en général, **irréversible** (l'écrou ne peut pas entraîner la vis). Distance = Pas ×Angle avec la distance en mm, le pas en mm/tour etl'angle en tours.
Système bielle-manivelle 		Système permettant de transformer un mouvement de translation alternatif en mouvement de rotation continu et vice versa. Course (distance parcourue par le piston)=2AO

3. Lois électriques

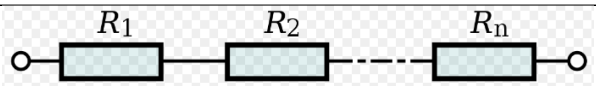
Loi des mailles

La somme des tensions le long d'une maille est toujours nulle.	

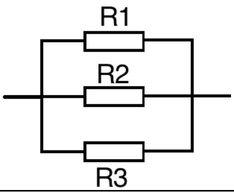
Loi des nœuds

La somme des courants qui entrent dans un nœud est égale à la somme des courants qui sortent d'un nœud.	

Association de résistances en série

$R_{\text{équivalente}} = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$	

Association de résistances en parallèle (ou en dérivation)

$\dfrac{1}{R_{\text{équivalente}}} = \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \cdots + \dfrac{1}{R_n}$	

Loi d'Ohm

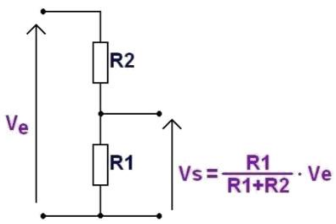
$$U = R \times I$$

U : tension en volts (V)
R : résistance en ohms (Ω)
I : courant en ampères (A)

Pont diviseur de tension

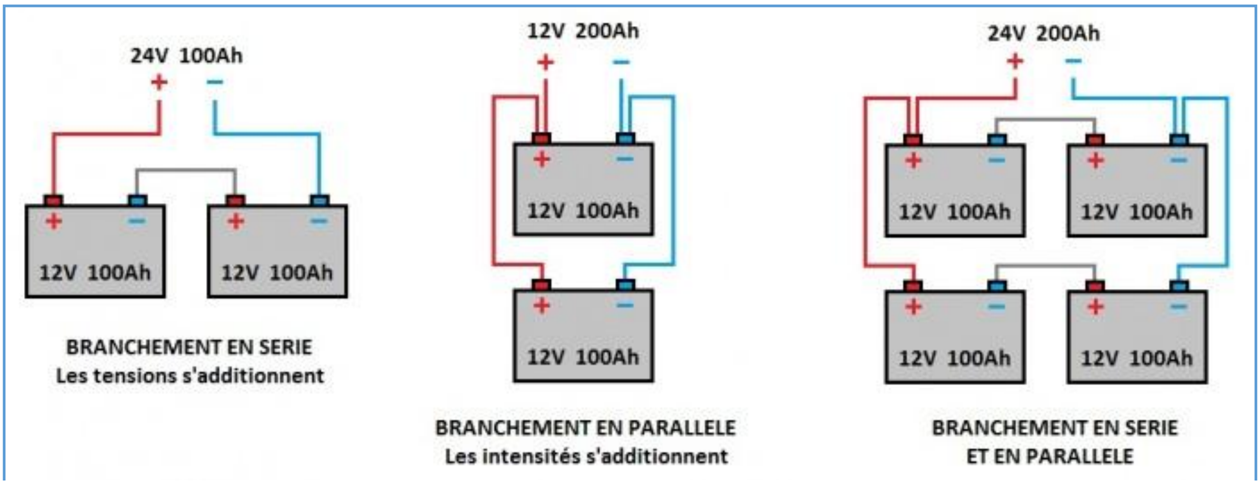
$$Vs = \frac{R1}{R1 + R2} \times Ve$$

Ve : tension d'entrée (V)
Vs : tension de sortie (V)
R : résistance en ohms (Ω)



4. Stockage électrochimique (batteries)

La capacité **Q** (ou quantité d'électricité) est le produit de l'intensité **I** du courant (en ampère) par le temps **t**. Si t est en secondes, Q est en Coulombs (C) Si t est en heures, Q est en ampère-heure (Ah) 1 Ah = 3600 C	**Q = I x t**
La puissance consommée **P** (en W) est égale au produit de la tension **U** (en V) de la batterie par le courant **I** (en A) qu'elle délivre	**P = U × I**
L'énergie **E** est égale au produit de la puissance **P** (en W) absorbée par le temps de fonctionnement **t**. Si t est en secondes, E est en Joules (J) Si t est en heures, E est en Watt-heure (Wh) E est égale au produit de la tension **U** (en V) et de la capacité **Q**	**E = P x t** **E = U × Q**



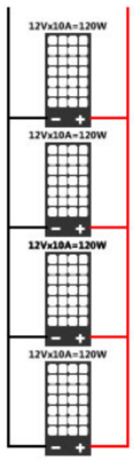
$$E = U \times Q$$

La quantité d'énergie stockée dans le pack batteries est la même quel que soit le branchement. Elle ne dépend que des caractéristiques des modules et de leur nombre.

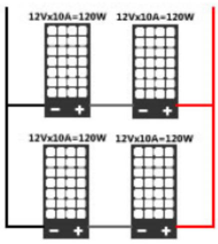
Branchement des modules en série	Branchement des modules en parallèle
Les tensions s'additionnent, mais pas les capacités.	Les capacités s'additionnent, mais pas les tensions.

5. Panneaux solaires photovoltaïques

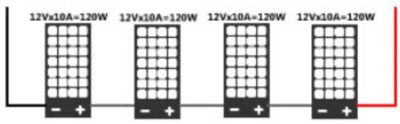
Branchement en parallèle 12V	Branchement en série et parallèle 24V	Branchement en série 48V



12V x 40A = 480W



(24V x 10A) x 2 = 480W

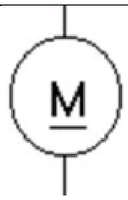
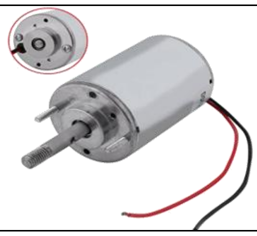


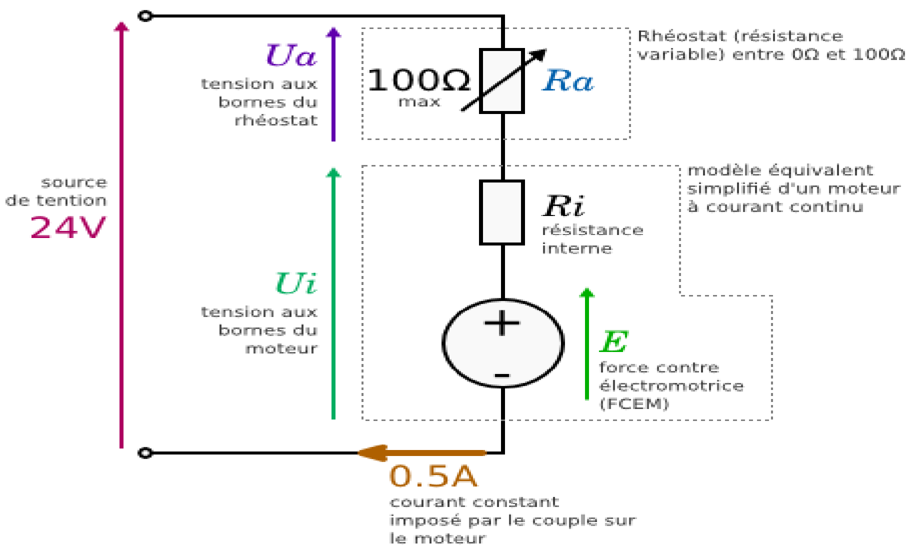
48V x 10A = 480W

$$P = U \times I$$

La puissance délivrée par les panneaux solaires est la même quel que soit le branchement.

6. Moteur électrique à courant continu (CC)

		2 fils Changement de sens en permutant le + et le – Vitesse proportionnelle à la tension d'alimentation Courant absorbé proportionnel au couple

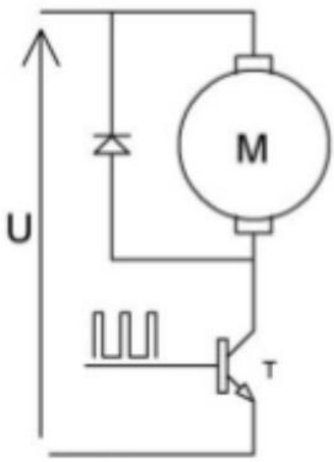


U=E + Ri x I C=k x I E = k.ω	U: tension aux bornes du moteur (V) E: force contre électromotrice (V) I: courant (A) Ri: résistance interne dans le moteur C: couple (Nm) K: constante du moteur (Nm/A mais aussi (V.s)/rad)

Pour faire varier la vitesse du moteur, on fait varier la tension d’alimentation du moteur.

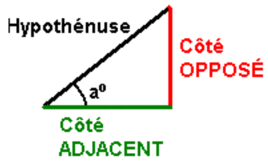
Pour faire varier la tension moyenne aux bornes du moteur, on l’alimente avec une tension en créneaux. Le paramètre définissant le temps au niveau haut par rapport à la période est appelé rapport cyclique.

La commande du moteur se fait en MLI (Modulation par largeur d’Impulsions) aussi appelée PWM (Pulse Width Modulation)



7. Actions mécaniques

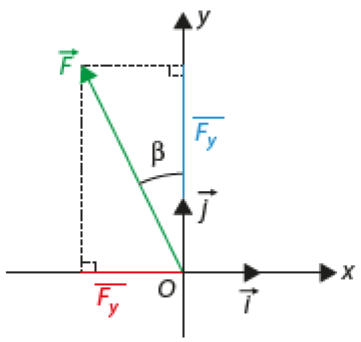
Formules de trigonométrie



$$\text{Sin a} = \frac{\text{Côté OPPOSÉ}}{\text{Hypothénuse}}$$

$$\text{Cos a} = \frac{\text{Côté ADJACENT}}{\text{Hypothénuse}}$$

$$\text{Tan a} = \frac{\text{Sin a}}{\text{Cos a}} = \frac{\text{Côté OPPOSÉ}}{\text{Côté ADJACENT}}$$

	$\vec{F_x} = -F \cdot \sin\beta \cdot \vec{i}$ $\vec{F_y} = +F \cdot \cos\beta \cdot \vec{j}$ $\vec{F_z} = \vec{0}$	$\vec{F} : \begin{vmatrix} -F \cdot \sin\beta \\ +F \cdot \cos\beta \\ 0 \end{vmatrix}$

Calcul de la norme d'un vecteur

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

F : norme de la force en newtons (N)
F_x : composante de la force sur l'axe x en newtons (N)
F_y : composante de la force sur l'axe y en newtons (N)
F_z : composante de la force sur l'axe z en newtons (N)

Poids

$$P = m \times g$$

P : poids en newtons (N)
m : masse en kilogrammes (kg)
g : accélération de la pesanteur en mètres par secondecarrée (m/s^2)

Pression

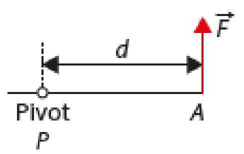
$$P = \frac{F}{S}$$

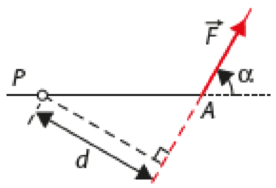
P : pression (Pa)   (1 bar = 10^5 Pa)
F : force en newtons (N)
S : surface en mètres carrés (m^2)

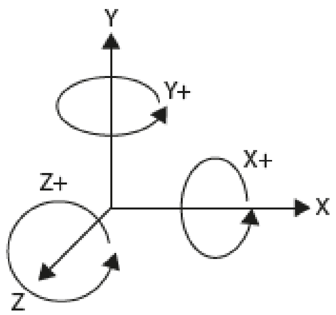
Moment

Le moment d'une force para rapport à un axe (ou un point si on travaille dans un plan d'étude) est égal au produit de l'intensité de la force et de la distance d entre le support de la force et le point considéré (d=bras de levier, "d" es perpendiculaire au support de la force et passe par le point considéré).

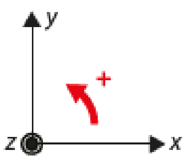
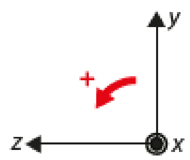
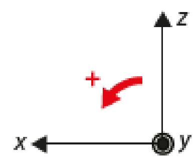
Moment = Force × Bras de levier	Moment en newtons mètre (N · m) Force en newtons (N) Bras de levier en mètres (m)







Le signe du moment algébrique dépend du sens de rotation de la pièce, provoqué par la force, autour du point considéré. Le senstrigonométriqueestgénéralementchoisicommesenspositif.

Dans le plan (x, y)	Dans le plan (y, z)	Dans le plan (x, z)
		

Torseurs

$$\{\tau_{1\to 2}\} = {}_A\left\{\begin{matrix}\overrightarrow{R_{1\to 2}}\\ \overrightarrow{M_{A\,1\to 2}}\end{matrix}\right\} = {}_A\left\{\begin{matrix}X_{1\to 2} & L_{A\,1\to 2}\\ Y_{1\to 2} & M_{A\,1\to 2}\\ Z_{1\to 2} & N_{A\,1\to 2}\end{matrix}\right\}_{(\vec{X},\vec{Y},\vec{Z})}$$

éléments de réduction au point A :
résultante
moment en A

leurs composantes, dans ce repère

(inutile de préciser le repère s'il n'y a pas de confusion possible)

Le calcul se présentera donc de la façon suivante :

CONNU

$$\{\tau_{1\to 2}\} = {}_A\left\{\begin{matrix}\overrightarrow{R_{1\to 2}}\\ \overrightarrow{M_{A\,1\to 2}}\end{matrix}\right\} = {}_A\left\{\begin{matrix}X_{1\to 2} & L_{A\,1\to 2}\\ Y_{1\to 2} & M_{A\,1\to 2}\\ Z_{1\to 2} & N_{A\,1\to 2}\end{matrix}\right\} \Leftrightarrow {}_B\left\{\begin{matrix}\overrightarrow{R_{1\to 2}}\\ \overrightarrow{M_{B\,1\to 2}} = ?\end{matrix}\right\}$$

?

on calcule le moment en B : $\overrightarrow{M_{B\,1\to 2}} = \overrightarrow{M_{A\,1\to 2}} + \overrightarrow{BA} \wedge \overrightarrow{R_{1\to 2}}$ *d'après la définition mathématique d'un torseur*

$$= \begin{vmatrix}L_{A1\to 2}\\ M_{A1\to 2}\\ N_{A1\to 2}\end{vmatrix} + \begin{vmatrix}a\\ b\\ c\end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix}X_{1\to 2}\\ Y_{1\to 2}\\ Z_{1\to 2}\end{vmatrix}$$

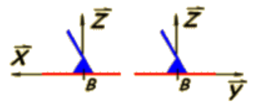
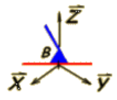
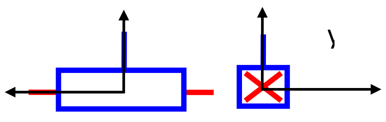
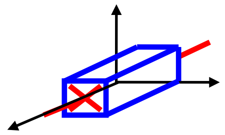
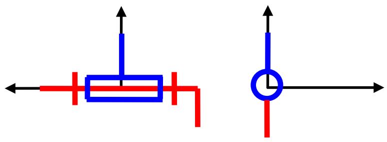
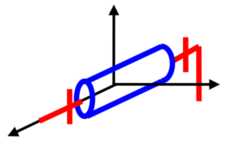
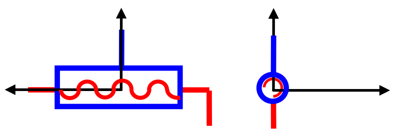
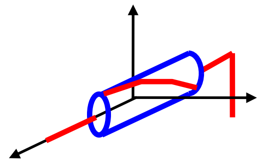
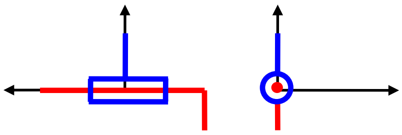
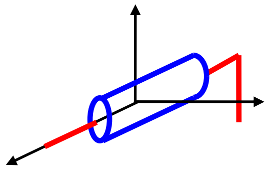
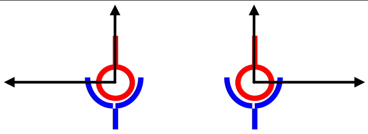
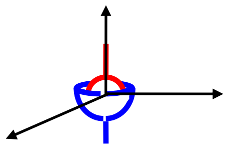
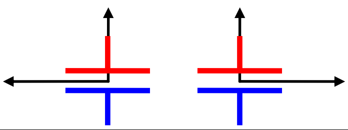
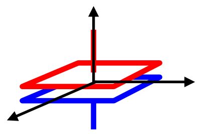
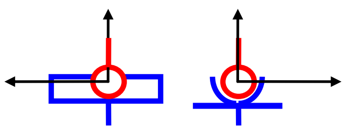
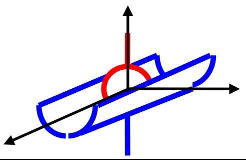
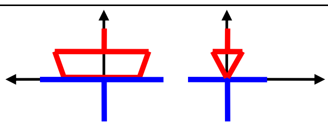
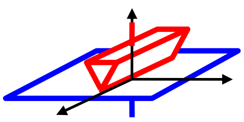
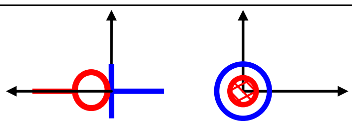
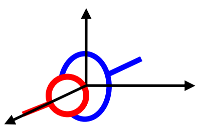
le produit vectoriel est évidemment prioritaire devant l'addition

ce qui donne après calcul : $\{\tau_{1\to 2}\} = {}_B\left\{\begin{matrix}X_{1\to 2} & L_{A\,1\to 2} + b.\,Z_{1\to 2} - c.\,Y_{1\to 2}\\ Y_{1\to 2} & M_{A\,1\to 2} + c.\,X_{1\to 2} - a.\,Z_{1\to 2}\\ Z_{1\to 2} & N_{A\,1\to 2} + a.\,Y_{1\to 2} - b.\,X_{1\to 2}\end{matrix}\right\}$

la même résultante qu'en A ***le nouveau moment, calculé en B***

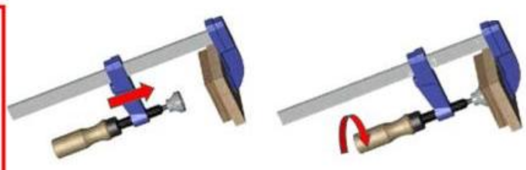
Mobilités et efforts transmissibles dans les liaisons

Hypothèse: les liaisons sont supposées sans frottement

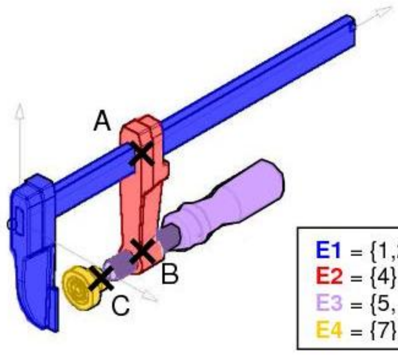
Nombre de mobilités	Torseurcinématique au centre de la liaison	Torseur des efforts transmissibles au centre de la liaison	Schématisation Plane	Schématisation spatiale
0	$_A\left\{\begin{array}{c\|c} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_R$ Encastrement	$_A\left\{\begin{array}{cc} X_A & L_A \\ Y_A & M_A \\ Z_A & N_A \end{array}\right\}_R$		
1	$_A\left\{\begin{array}{c\|c} 0 & v_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_R$ Glissière	$_A\left\{\begin{array}{cc} X_A & L_A \\ Y_A & M_A \\ 0 & N_A \end{array}\right\}_R$		
	$_A\left\{\begin{array}{c\|c} \omega_x & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_R$ Pivot	$_A\left\{\begin{array}{cc} X_A & L_A \\ Y_A & M_A \\ Z_A & 0 \end{array}\right\}_R$		
	$_A\left\{\begin{array}{c\|c} \omega_x & v_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_R$ Hélicoïdale	$_A\left\{\begin{array}{cc} X_A & L_A \\ Y_A & M_A \\ Z_A \rightarrow & N_A \end{array}\right\}_R$		
2	$_A\left\{\begin{array}{c\|c} \omega_x & v_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_R$ Pivot glissant	$_A\left\{\begin{array}{cc} X_A & L_A \\ Y_A & M_A \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_R$		
3	$_A\left\{\begin{array}{c\|c} \omega_x & 0 \\ \omega_y & 0 \\ \omega_z & 0 \end{array}\right\}_R$ Rotule	$_A\left\{\begin{array}{cc} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ Z_A & 0 \end{array}\right\}_R$		
	$_A\left\{\begin{array}{c\|c} 0 & v_x \\ \omega_y & 0 \\ 0 & v_z \end{array}\right\}_R$ Appui-plan	$_A\left\{\begin{array}{cc} 0 & L_A \\ Y_A & 0 \\ 0 & N_A \end{array}\right\}_R$		
4	$_A\left\{\begin{array}{c\|c} \omega_x & 0 \\ \omega_y & 0 \\ \omega_z & v_z \end{array}\right\}_R$ Sphère-cylindre (ou linéaire annulaire)	$_A\left\{\begin{array}{cc} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_R$		
	$_A\left\{\begin{array}{c\|c} \omega_x & v_x \\ \omega_y & 0 \\ 0 & v_z \end{array}\right\}_R$ Cylindre-plan (ou linéaire rectiligne)	$_A\left\{\begin{array}{cc} 0 & L_A \\ Y_A & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_R$		
5	$_A\left\{\begin{array}{c\|c} \omega_x & 0 \\ \omega_y & v_y \\ \omega_z & v_z \end{array}\right\}_R$ Sphère-plan (ou ponctuelle)	$_A\left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_A & 0 \end{array}\right\}_R$		

Démarche pour réaliser le schéma cinématique d'un mécanisme

1 — Etudiez le dessin d'ensemble du mécanisme afin d'en comprendre le fonctionnement et les conditions de montage.



2 — Identifiez les classes d'équivalence du mécanisme en les coloriant chacune d'une couleur différente, et en les relevant sur votre feuille. Les pieces deformablessontexclues de touteclasse.



E1 = {1,2, 3}
E2 = {4}
E3 = {5, 6}
E4 = {7}

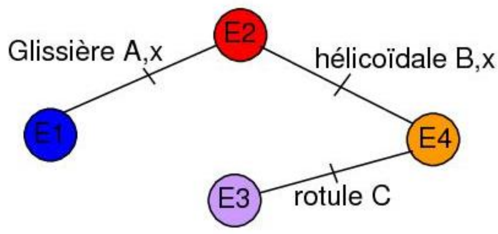
3 — Identifiez la nature des contacts entre les classes d'équivalence puis en déduire la nature de la liaison avec son repère d'orientation.

Entre E1 et E2 : Surfacique plan (x2) } Glissière A,x

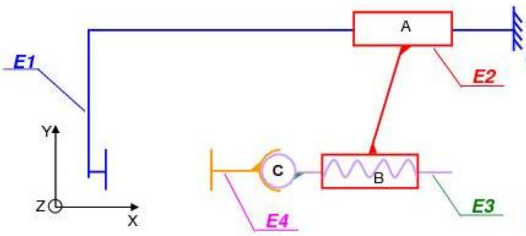
Entre E2 et E3 : Filetage/taraudage } hélicoïdale B,x

Entre E3 et E4 : Surfacique sphérique } rotule C

4 — Tracez le graphe des liaisons en indiquant le nom des liaisons et le repère d'orientation.



5 — Tracez le schéma cinématique 2D (ou 3D), en respectant les couleurs choisies pour les classes d'équivalence, en respectant la position des centres de liaisons et en choisissant le symbole 2D (ou 3D), pour chaque liaison, correspondant au repère.



FIN

8. Lois de Newton

Équilibre d'un solide

L'équilibre du solide (S) se traduit par le fait que la somme des torseurs des actions mécaniques extérieures qui s'exercent sur (S) est égale au torseur nul.

$$\sum {}_A\{\tau_{\text{ext}\rightarrow S}\} = {}_A\{0\}$$

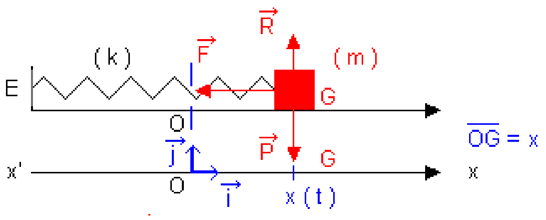
Théorème des résultantes

$$\sum \overrightarrow{R_{\text{ext}\rightarrow S}} = \vec{0}$$

Théorème des moments (attention, tous doivent être exprimés au même point)

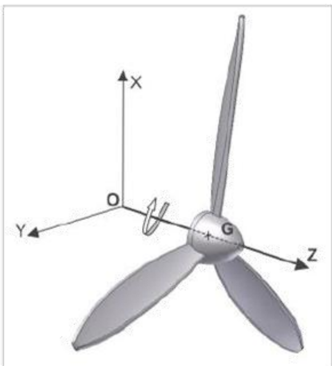
$$\sum \overrightarrow{M_{A,\text{ext}\rightarrow S}} = \vec{0}$$

Solide (S) en mouvement de translation par rapport à un repère galiléen R



$$\begin{cases} \overrightarrow{R\,(\text{ext}\rightarrow s)} = m\,.\,\overrightarrow{\Gamma_{G/\Re}} \\ \overrightarrow{M_G(\text{ext}\rightarrow s)} = \vec{0} \end{cases}$$

Solide (S) en rotation autour de l'axe (O, z) avec centre de gravité sur (O, z)



$$\begin{cases} \overrightarrow{R\,(\text{ext}\rightarrow s)} = \vec{0} \\ \overrightarrow{M_{oz}(\text{ext}\rightarrow s)} = J_{oz}\,.\,\ddot{\theta}\,.\,\vec{z} \quad \text{ou} \quad J_{oz}\,.\,\dot{\omega}\,.\,\vec{z} \end{cases}$$

J: inertie en $kg.m^2$, caractérise la répartition de la masse autour de l'axe

9. Cinématique

Relation entre vitesse linéaire et vitesse angulaire

$V = R \cdot \omega$

V : vitesse en mètres par seconde (m/s)
R : rayon en mètres (m)
ω : vitesse angulaire en radians par seconde (rad/s)

Conversion d'unités de vitesse angulaire

$N = \frac{\omega \cdot 60}{2\pi}$

N : vitesse de rotation en tours par minute (tr/min)
ω : vitesse angulaire en radians par seconde (rad/s)

Équations du mouvement d'un solide en translation rectiligne uniforme

$a(t) = 0$ (en m/s²)
$v(t) = v_0$ (en m/s)
$x(t) = v_0 \cdot (t - t_0) + x_0$ (en m)

Équations du mouvement d'un solide en rotation uniforme autour d'un axe fixe

$\theta''(t) = 0$ (en rad/s²)
$\theta'(t) = \theta'_0$ (en rad/s)
$\theta(t) = \theta'_0(t - t_0) + \theta_0$ (en rad)

Équations du mouvement d'un solide en translation rectiligne uniformément variée

$a(t) = a_0 =$ constante (en m/s²)
$v(t) = a_0 \cdot (t - t_0) + v_0$ (en m/s)
$x(t) = \frac{1}{2} a_0 \cdot (t - t_0)^2 + v_0 \cdot (t - t_0) + x_0$ (en m)

Équations du mouvement d'un solide en rotation uniforme autour d'un axe fixe

$\theta''(t) = \theta''_0$ (en rad/s²)
$\theta'(t) = \theta''_0 (t - t_0) + \theta'_0$ (en rad/s)
$\theta(t) = \frac{1}{2} \theta''_0 \cdot (t - t_0)^2 + \theta'_0 \cdot (t - t_0) + \theta_0$ (en rad)

9. Energie, travail, puissance

Travail d'une force

En translation

$$W_{AA'} = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AA'} = F \times AA' \times \cos(\alpha)$$

W_{AA}' : travail, en joules
F : force, en Newton
AA' : déplacement en mètres

En rotation

Le travail d'un couple constant C se déplaçant de l'angle ($\theta_2 - \theta_1$), est égal au produit de C par :

$$W = C.(\theta_2 - \theta_1),$$

W : travail en Joules
θ : angle en Radians
C : couple en Newton mètres (N.m)

Energie potentielle

Energie potentielle de pesanteur

$$E = m.g.h$$

Energie potentielle élastique

$$\boldsymbol{E = \frac{1}{2} \times k \times (\Delta l)^2}$$

Energie cinétique

En translation

$$\boldsymbol{E = \frac{1}{2} \times m \times (v_G)^2}$$

En rotation

$$\boldsymbol{E = \frac{1}{2} \times J \times (\omega)^2}$$

Théorème de l'énergie cinétique

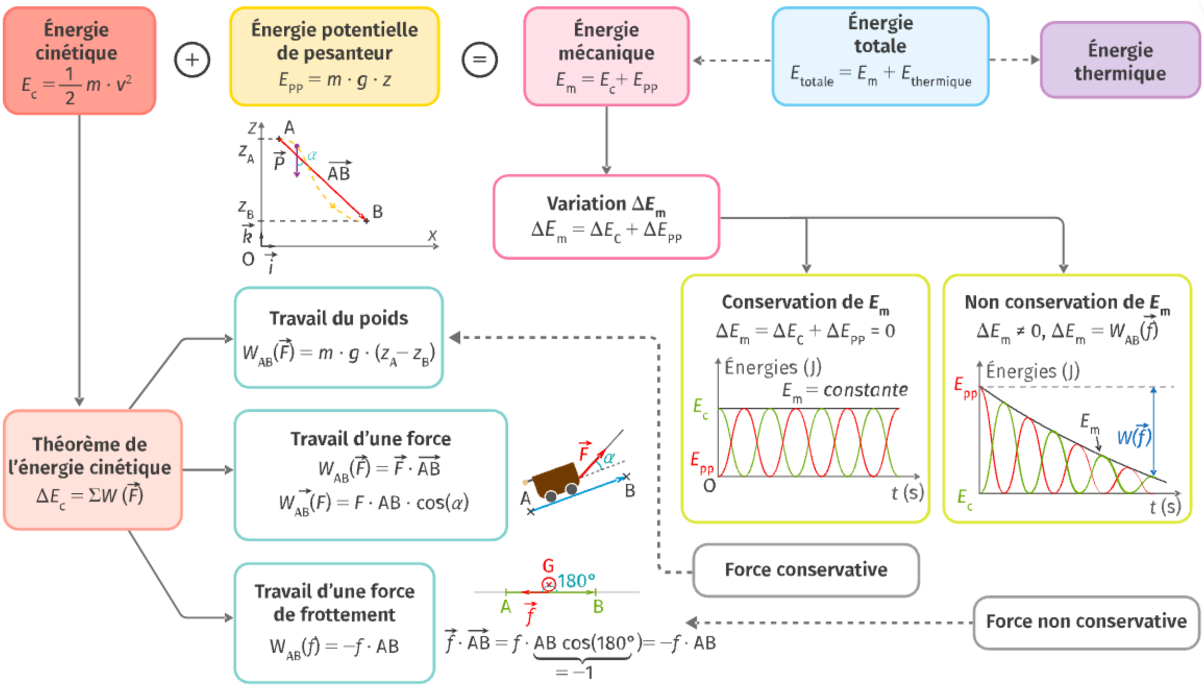
$$\Delta E_c(A \to B) = E_c(B) - E_c(A) = \sum W_{AB}(\vec{F}).$$

Principe de conservation de l'énergie mécanique

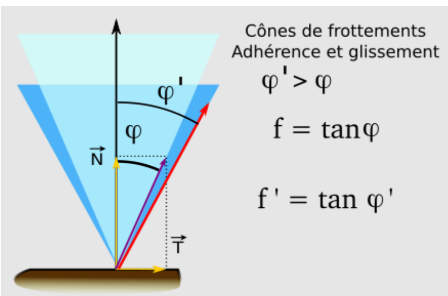
$$E_m = E_c + E_{pp}$$

$$\Delta E_m(A \to B) = E_m(B) - E_m(A) = 0$$

Dans le cas où l'énergie mécanique d'un système se conserve, alors toute l'énergie cinétique perdue est convertie en énergie potentielle et inversement



9. Frottement



10. Résistance des matériaux

Contrainte

$\sigma = \frac{F}{S}$	σ : contrainte en newtons par millimètre carré (N/mm^2) ou MPa F : force en newtons (N) S : surface en millimètres carrés (mm^2)

Allongement relatif

$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$	ε : allongement relatif L : longueur de la pièce en millimètres (mm) ΔL : allongement de la pièce en millimètres (mm)

Relation entre contrainte et allongement

$\sigma = E \cdot \varepsilon$	σ : contrainte en newtons par millimètre carré (N/mm^2) ou MPa E : module de Young en newtons par millimètre carré (N/mm^2) ou MPa ε : allongement relatif

Condition de résistance

$\sigma_{\text{max}} \leq R_{\text{e}}$	σ_{max} : contrainte maximale R_e : limite élastique du matériau

Coefficient de sécurité

$\sigma_{\text{max}} \leq \frac{R_{\text{e}}}{s}$	σ_{max} : contrainte maximale R_e : limite élastique du matériau s : coefficient de sécurité

11. Comportement thermique des systèmes

Unités de mesure de la température

K = °C + 273,15 1 °C = 1 K	K : kelvins °C : degrés Celsius

Dilatation thermique

$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta$	ΔL : variation de longueur en mètres (m) α : coefficient de dilatation linéaire par degré (°C^{-1}) Δθ : variation de température en degrés Celsius ou en kelvins (°C ou K)

Résistance thermique

$R = \frac{e}{\lambda}$	*R :* résistance thermique en mètres carrés-kelvins par watt ($m^2 \cdot K/W$) *e* : épaisseur du matériau en mètres (m) λ : conductivité thermique en watts par mètre carré-kelvin (W/(m · K))

Association de résistances thermiques en série

$$R_\lambda^{série} = R_\lambda^1 + R_\lambda^2 + R_\lambda^3 + \cdots + R_\lambda^n$$

Flux de chaleur

$\varphi = \lambda \cdot \frac{\Delta T}{e}$	Φ : flux de chaleur en watts par mètre carré (W/m^2) ΔT:différence de température en mètres (m) *E* : épaisseur de la paroi en mètres (m) λ : conductivité du matériau en watts par mètre carré-kelvin (W/(m·K))

Quantité de chaleur

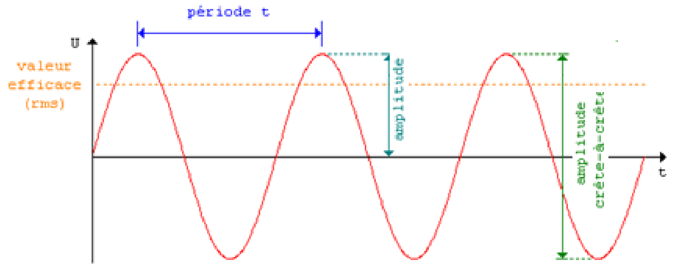
$Q = m \cdot C \cdot (T_{finale} - T_{initiale})$	*Q* : quantité de chaleurs en joules (J) *m* : masse en kilogrammes (kg) *C* : chaleur massique en joules par kilogramme-kelvin (J/(kg · K)) *T* : températures initiales et finales exprimées dans la même unité en degrés Celsius ou en kelvins (soit °C, soit K)

12. Caractérisation d'un signal

Signal périodique

$F = \frac{1}{T}$

F : fréquence en hertz (Hz)
T : période en secondes (s)

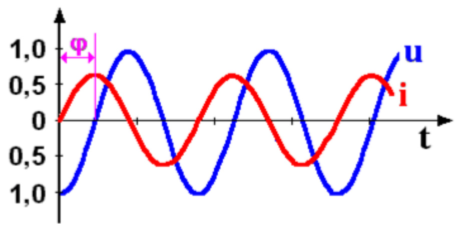


$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

Déphasage

$\varphi = \frac{\Delta t \times 360}{T}$

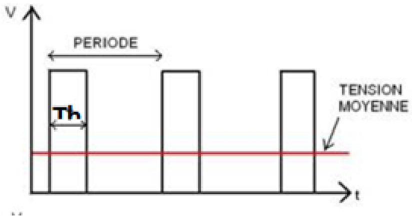
φ : déphasage (en degrés)
T : période en secondes (s)



Rapport cyclique

$\alpha = \frac{T_H}{T}$

α :rapport cyclique
T : période en secondes (s)
T_H : temps au niveau haut en secondes (s)



Tension moyenne

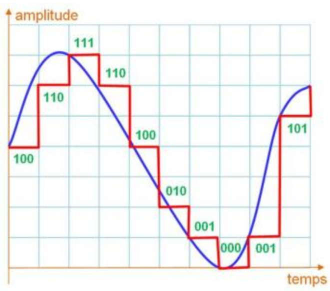
$U_{moyenne} = U_{max} \times \alpha$

$U_{moyenne}$: tension moyenne en volts (V)
U_{max} : tension maximale en volts (V)
α : Rapport cyclique

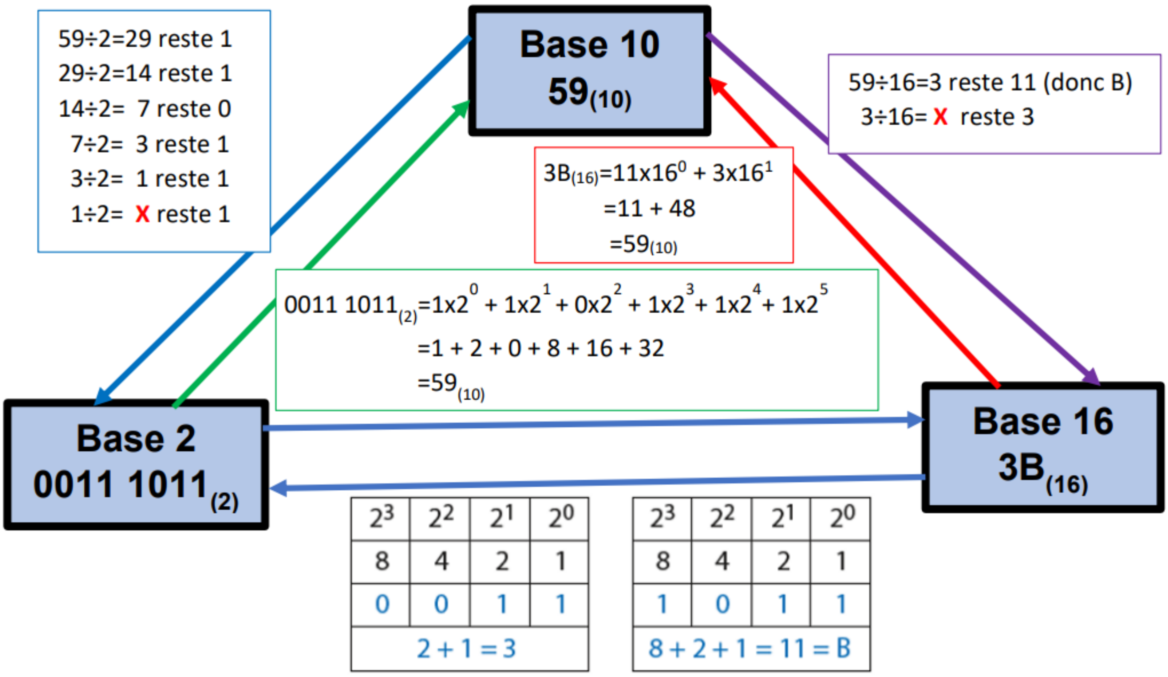
Quantum du convertisseur

$q = \frac{V_{ref}}{2^n}$

q : quantum du convertisseur en volts (V)
V_{ref} : tension maximale en entrée en volts (V)
n : nombre de bits du convertisseur



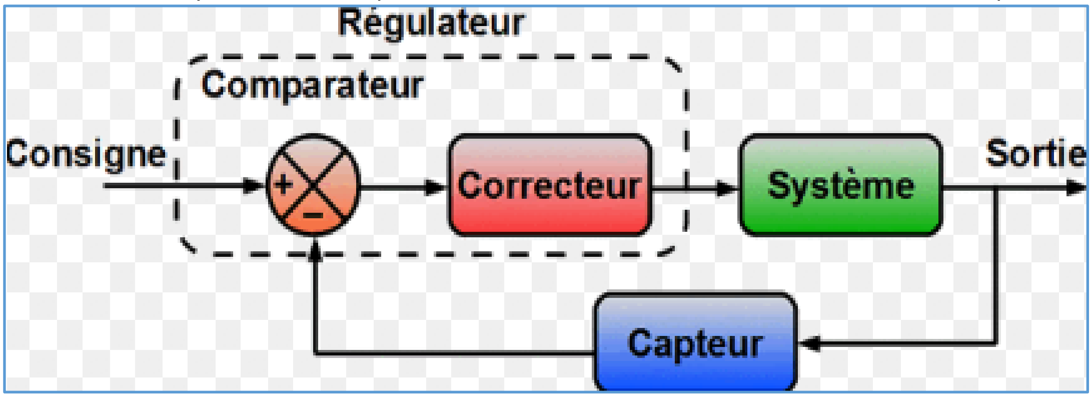
13. Changement de base de numération



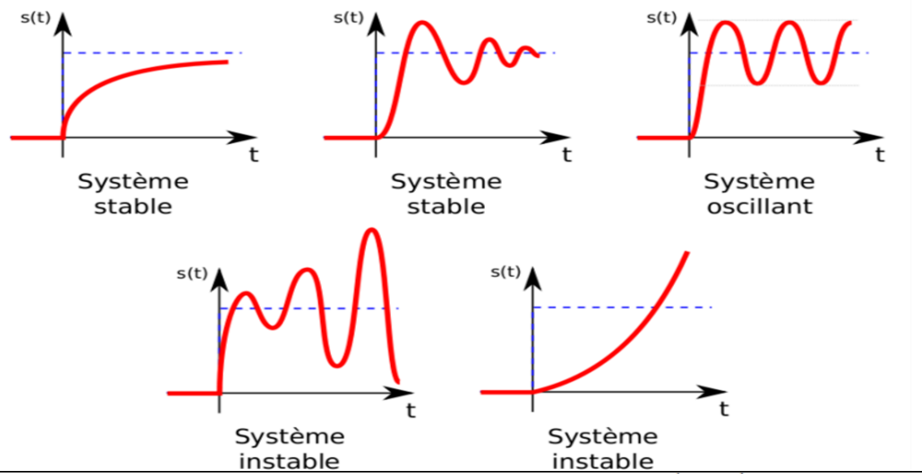
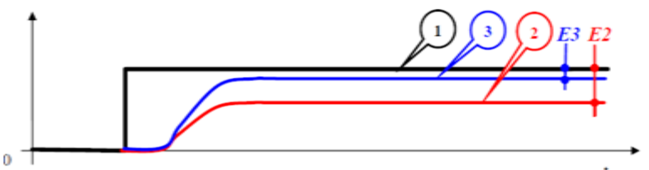
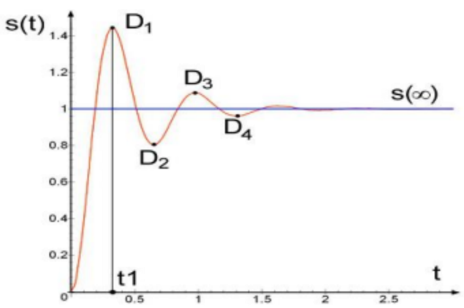
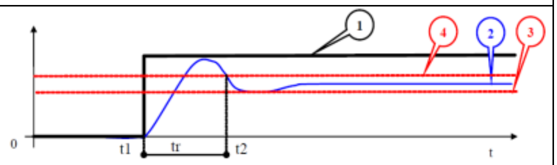
14. Systèmes asservis

Un système asservi, ou régulé (exemple : régulateur de vitesse sur une voiture), compare en permanence ce qu'il fait à ce qu'il doit faire, grâce à un capteur, pour adapter ce qu'il fait à ce qu'il doit faire.

Schéma bloc d'un système asservi possède forcément une boucle de retour avec un capteur



Pour analyser des courbes de réponse à un échelon, on peut observer 4 critères :

1	Stabilité	
2	Précision	 1 : consigne 2 : système peu précis. 3 : système précis. *E2* : erreur statique liée à la courbe 2. *E3* : erreur statique liée à la courbe 3.
3	Dépassement	 Le taux de dépassement caractérise l'amplitude maximale des oscillations. On l'exprime de la façon suivante: $D_1\% = \frac{s(t_1) - s(\infty)}{s(\infty)} \times 100$
4	Rapidité	Le temps de réponse à 5 % correspond à la différence entre le temps t2 (temps à partir duquel la courbe entre dans l'intervalle 95% /105% sans en sortir) et le temps t1 (temps à partir duquel la consigne est active). 

15. Multiples et sous-multiples

$$1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12} \quad \text{téra} \quad \text{T}$$
$$1\,000\,000\,000 = 10^{9} \quad \text{giga} \quad \text{G}$$
$$1\,000\,000 = 10^{6} \quad \text{méga} \quad \text{M}$$
$$1\,000 = 10^{3} \quad \text{kilo} \quad \text{k}$$
$$100 = 10^{2} \quad \text{hecto} \quad \text{h}$$
$$10 = 10^{1} \quad \text{déca} \quad \text{da}$$
$$1 = 10^{0} \quad \text{unité}$$
$$0{,}1 = 10^{-1} \quad \text{déci} \quad \text{d}$$
$$0{,}01 = 10^{-2} \quad \text{centi} \quad \text{c}$$
$$0{,}001 = 10^{-3} \quad \text{milli} \quad \text{m}$$
$$0{,}000\,001 = 10^{-6} \quad \text{micro} \quad \mu$$
$$0{,}000\,000\,001 = 10^{-9} \quad \text{nano} \quad \text{n}$$
$$0{,}000\,000\,000\,001 = 10^{-12} \quad \text{pico} \quad \text{p}$$
$$0{,}000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-15} \quad \text{femto} \quad \text{f}$$

16. Equations de droites

Une droite du plan peut être caractérisée par une équation de la forme:

- **x = c** si cette droite est parallèle à l'axe des ordonnées ("verticale")
- **y=m.x + p** si cette droite n'est pas parallèle à l'axe des ordonnées

Dans le second cas, "m" est appelé coefficient directeur et "p" ordonnée à l'origine.

Propriété:

Soient A et B deux points du plan tels que $x_A \neq x_B$
Le coefficient directeur de la droite (AB) est:

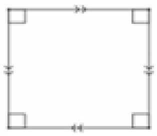
$$m = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

17. Quantification des écarts

Ecart absolu	$\varepsilon_{absolu} = \lvert valeur_{attendue} - valeur_{mesurée} \rvert$
Ecart relatif	$\varepsilon_{relatif} = \dfrac{\varepsilon_{absolu} \times 100}{valeurattendue}$

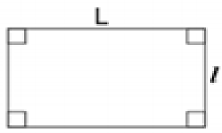
18. Surfaces et volumes

Le carré



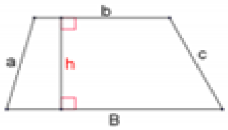
Périmètre = c x 4
Aire = c^2

Le rectangle



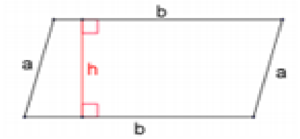
Périmètre = (L + ℓ) x 2
Aire = L x ℓ

Le trapèze



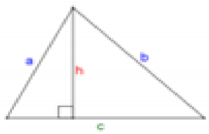
Périmètre = a + b + c + B
Aire = $\frac{(B + b) \times h}{2}$

Le parallélogramme



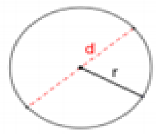
Périmètre = a + b + a + b
Aire = b x h

Le triangle



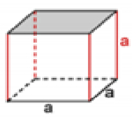
Périmètre = a + b + c
Aire = $\frac{c \times h}{2}$

Le cercle



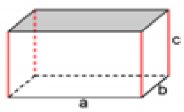
Longueur du cercle = d x π ou 2 π r
Aire du disque = π r^2

Le cube



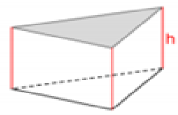
Volume = a^3
Aire totale = 6 x a^2

Le pave droit



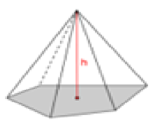
Volume = a x b x c

Le prisme



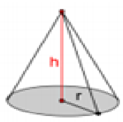
Volume = Aire de la base x h
Aire latérale = périmètre de la base x h

La pyramide



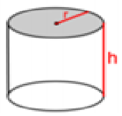
V = $\frac{\text{Aire de la base x h}}{3}$

Le cône



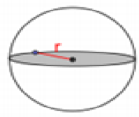
V = $\frac{\pi r^2 h}{3}$

Le cylindre



Volume = π r^2 h
Aire latérale = 2π r h

La boule



Volume = $\frac{4}{3}\pi r^3$
Aire de la sphère = 4π r^2

Calcul d'une valeur moyenne

La **valeur moyenne Umoy** d'un signal est égale à l'aire algébrique occupée par le signal durant une période, divisée par la période du signal.
Dans le cas où le signal u(t) est une tension, Umoy s'exprime en volt (V).

$$\boxed{\text{Umoy} = \frac{\text{Aire algébrique du signal}}{\text{T}}}$$

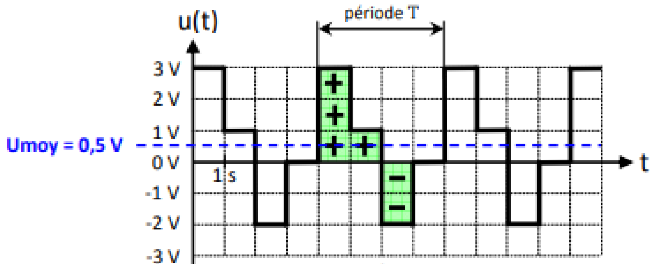
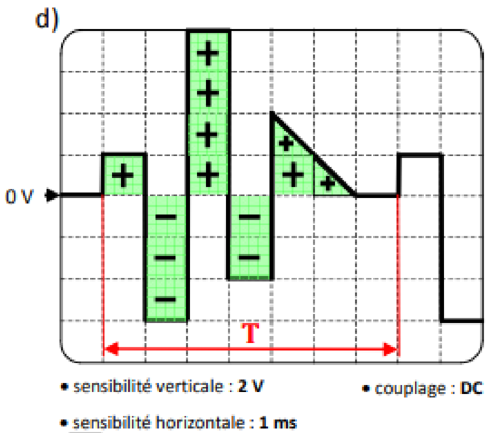


fig.1
correspond à une aire de 1 V.s

Dans le cas de la fig. 1 :
- Aire algébrique positive du signal = 4 x 1 V.s = 4 V.s
- Aire algébrique négative du signal = 2 x 1 V.s = 2 V.s
- Aire algébrique du signal = 4 - 2 = 2 V.s
- Période T = 4 s

On en déduit ici Umoy = 2/4 = 0,5 V.

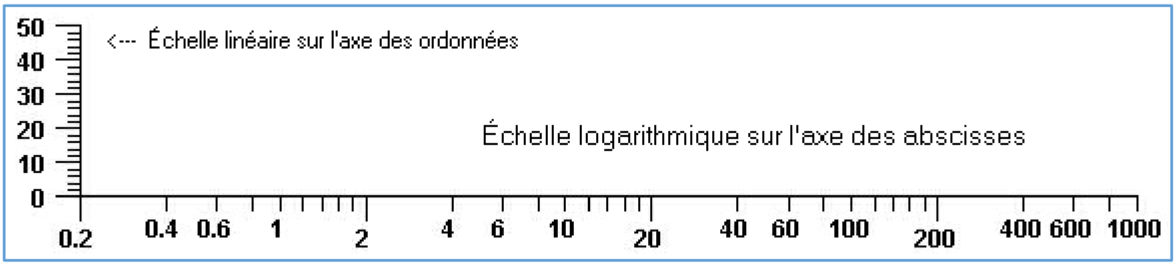


correspond à une aire de 2 V.ms

- T = 7 ms
- f = 142,8 Hz
- Vmax = 8 V
- Vmin = -6 V
- Vmoy = (7 x 2 V.ms - 5 x 2 V.ms) / 7 ms = 0,571 V
- Amplitude = 7,43 V
- Amplitude crête à crête = 14 V

Calculer capacité (A.h) par calcul de l'aire sous la courbe de I en fonction de t
Energie (W.h) = aire comprise sous la courbe de la puissance (W) en fonction du temps

Lecture sur graphe à échelle logarithmique



Avec l'échelle linéaire, deux graduations dont la différence vaut 10 sont à distance constante.
Avec l'échelle logarithmique, deux graduations dont le rapport vaut 10 sont à distance constante.