

Distributeur automatique de savon



ACTIVITÉS ÉLÈVES

Distributeur automatique de savon

Sommaire

1.	MODELISATIONS	2
1.1.	Modélisation cinématique du mécanisme	2
1.1.1.	Schéma de principe du système bielle-manivelle	2
1.1.2.	Modélisation mathématique du système bielle-manivelle.....	2
1.1.3.	Modélisation cinématique de la transmission mécanique.....	2
1.1.4.	Modélisation mathématique de la cylindrée.....	3
2.	ACTIVITE 1 : MODELISATION DE LA CHAINE ENERGETIQUE	3
3.	ACTIVITE 2 : MODELISATION LOGICIELLE AVEC SCILAB	6
3.1.	Modélisation de l'alimentation moteur.....	6
3.2.	Modélisation du piston	8
3.3.	Modélisation du système bielle-excentrique (manivelle)	11
3.4.	Modélisation du système complet.....	12
4.	ACTIVITE 3 : POUR ALLER PLUS LOIN	13

1. MODÉLISATIONS

1.1. Modélisation cinématique du mécanisme

1.1.1. Schéma de principe du système bielle-manivelle

Longueur de bielle : $AB = L$

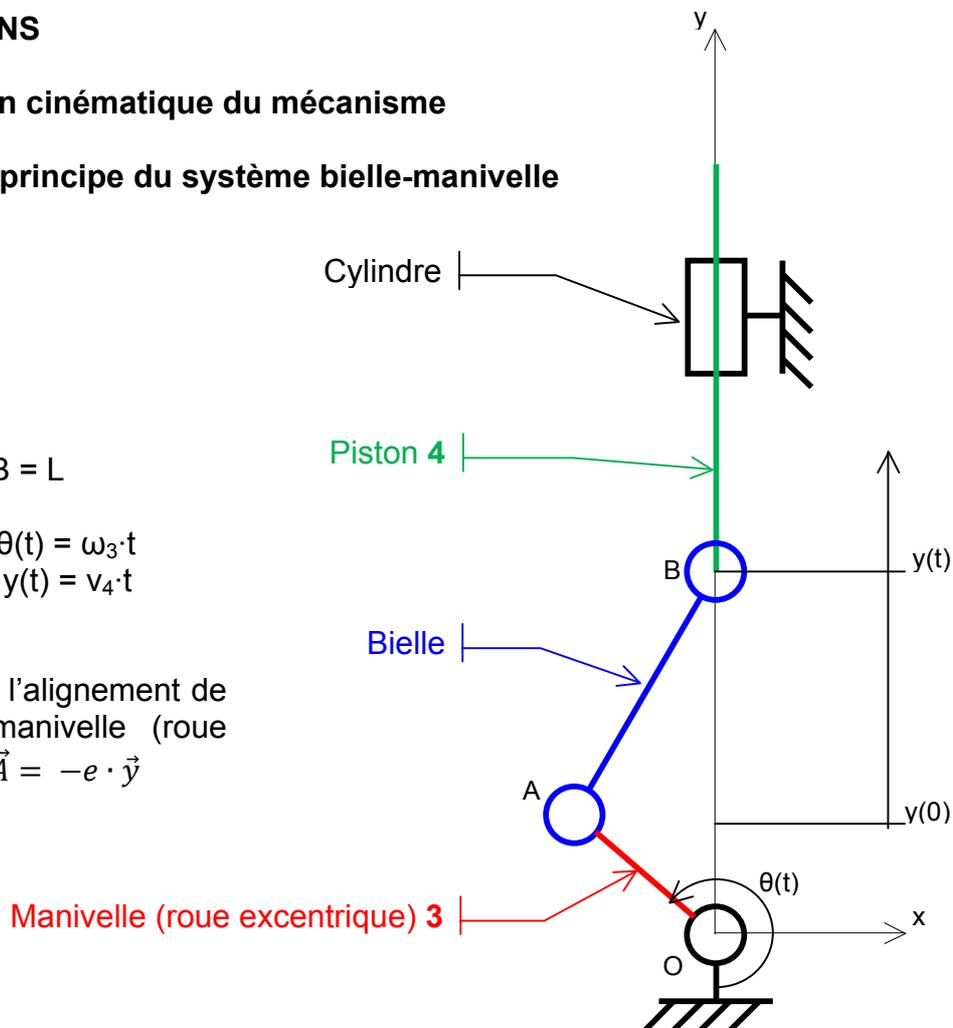
Course : $H = 2 \cdot OA$

Mouvement d'entrée : $\theta(t) = \omega_3 \cdot t$

Mouvement de sortie : $y(t) = v_4 \cdot t$

Excentricité : $OA = e$

$y(0) = 0$, correspond à l'alignement de la bielle et de la manivelle (roue excentrique) tel que $\vec{OA} = -e \cdot \vec{y}$

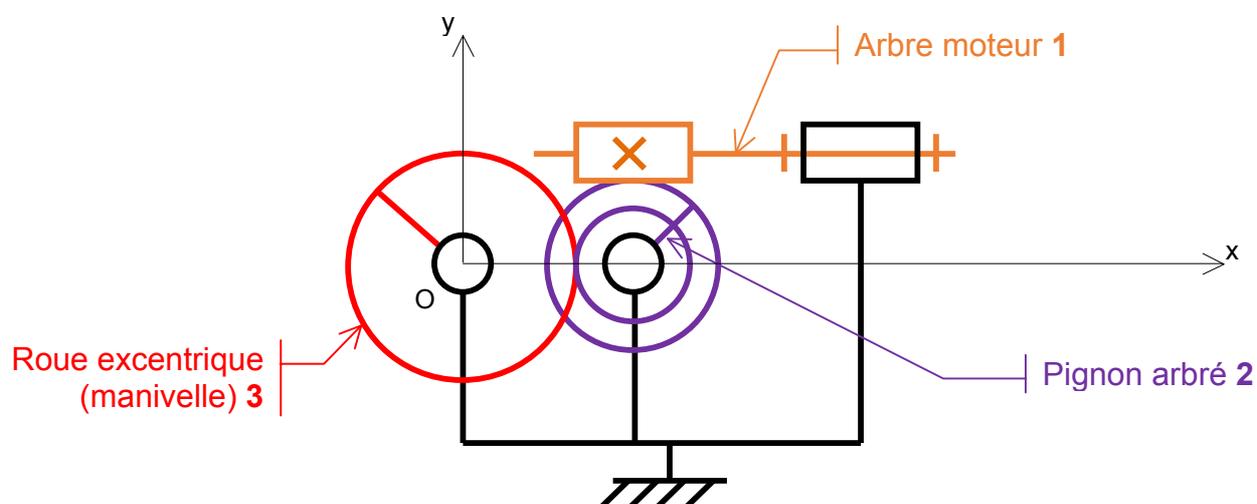


1.1.2. Modélisation mathématique du système bielle-manivelle

Loi entrée-sortie :

$$y(t) = e \cdot \cos \theta(t) + \sqrt{L^2 - e^2 \cdot \sin^2 \theta(t)}$$

1.1.3. Modélisation cinématique de la transmission mécanique



Loi entrée-sortie :

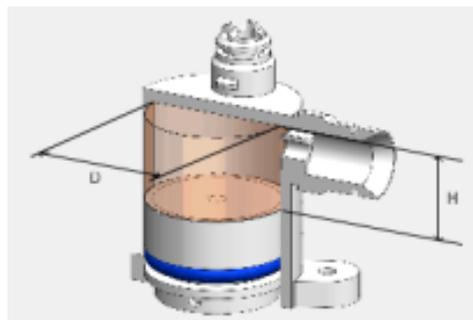
$$r_{13} = \frac{\omega_3}{\omega_1} = \frac{Z_1}{Z_{2a}} \cdot \frac{Z_{2b}}{Z_3}$$

1.1.4. Modélisation mathématique de la cylindrée

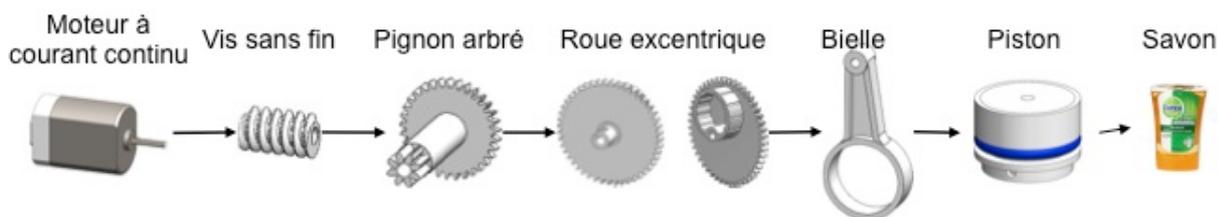
Diamètre Piston – Alésage : D
 Course piston : H

Cylindrée : V

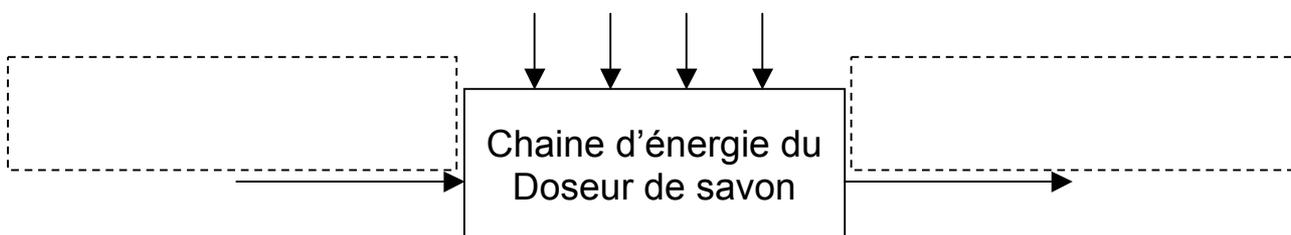
$$V = \pi \times \frac{D^2}{4} \times H$$



2. ACTIVITÉ 1 : MODÉLISATION DE LA CHAÎNE ÉNERGÉTIQUE

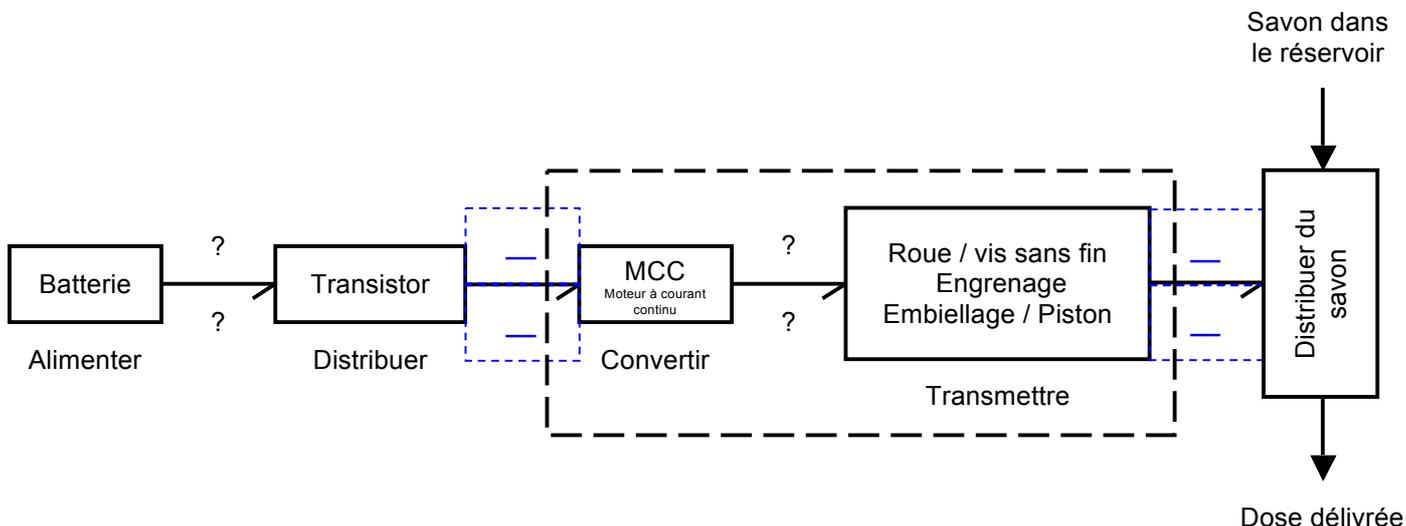


Q1. En vous aidant de la chaîne d'énergie ci-dessus, **qualifier** les grandeurs physiques d'entrée et de sortie du doseur de savon (mécaniques, électriques, thermiques, acoustiques, lumineuses, etc.) en précisant les grandeurs mise en jeu (force, intensité, tension puissance, vitesse linéaire, fréquence de rotation, température, couple, flux lumineux, pression, etc)



Identifier la chaîne d'énergie

Q2. **Qualifier** les grandeurs d'entrées et les grandeurs de sorties du système isolé encadré en **précisant** la nature de l'effort et la nature du flux voir définition Annexe 1.



En décomposant le système isolé défini ci-dessus on obtient la chaîne d'énergie ci-dessous :

Avec :

Pour les différents flux :

- ω_i : les vitesses de rotation des organes en rotations
- v_4 : la vitesse de déplacement du piston en translation rectiligne en ④

Pour les grandeurs d'efforts :

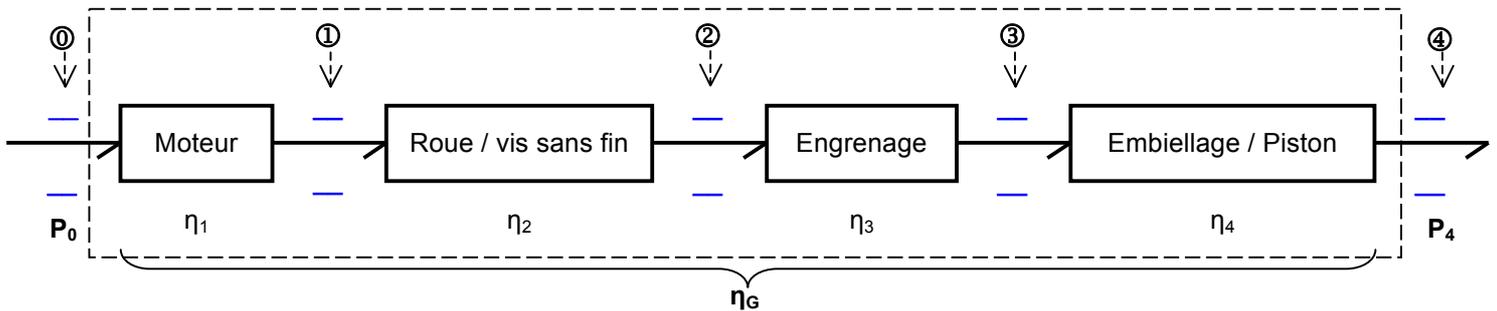
- C_i : les différents couples
- F : l'effort de poussé du piston sur le fluide (savon liquide) en ④

η_i : les différents rendements

r_{ij} : les différents rapports de réduction entre i et j

P_i : la puissance aux différents stades

- P_0 : puissance électrique absorbée par le moteur



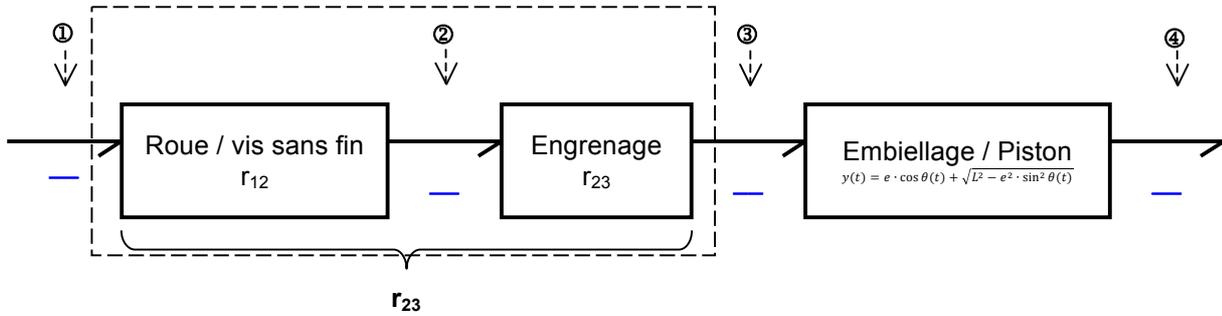
Q3. **Préciser** de la même manière, la nature de l'effort et du flux à chaque étape de la transformation de puissance sur les liens 0, 1, 2, 3 et 4 ci-dessus.

Q4. **Donner** l'expression de la puissance pour chaque lien, respecter les indices 0, 1, 2, 3, 4.

Q5. **Donner** la relation entre P_0 et P_1 puis entre P_1 et P_2 puis P_2 et P_3 ainsi que P_3 et P_4 .

Q6. En utilisant les expressions précédentes, **donner** la relation entre P_0 et P_4 .

Q7. Sur la chaîne cinématique du système isolé ci-dessus encadré, **donner** la relation entre ω_1 et ω_2 , et ω_2 et ω_3 , on pourra l'**exprimer** en fonction des données de la transmission, voir § 4.1.4.



Empty dashed box for answer to Q8.

Q8. En utilisant les expressions précédentes, **donner** la relation entre Ω_1 et Ω_3 .

Empty dashed box for answer to Q9.

Q9. **Exprimer** η_{23} en fonction des grandeurs d'effort et de flux trouvé à la question 4.

Empty dashed box for answer to Q10.

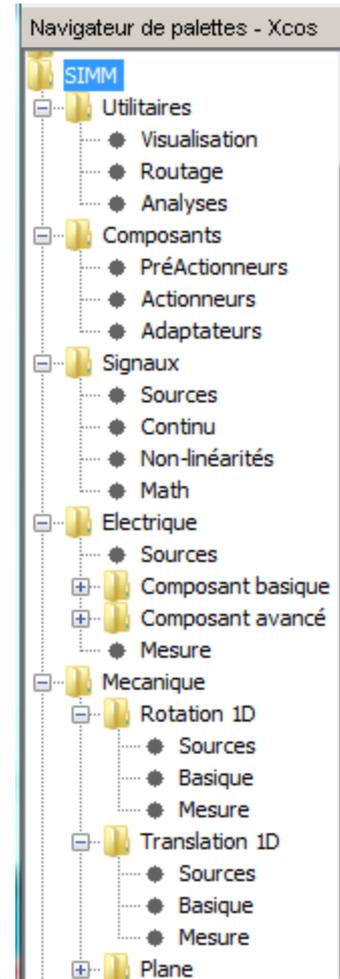
Q10. **Décrire** la loi d'évolution du couple de sortie en fonction du rendement, du rapport de réduction et du couple d'entrée.

Empty dashed box for answer to Q10.

3. ACTIVITÉ 2 : MODÉLISATION LOGICIELLE AVEC SCILAB



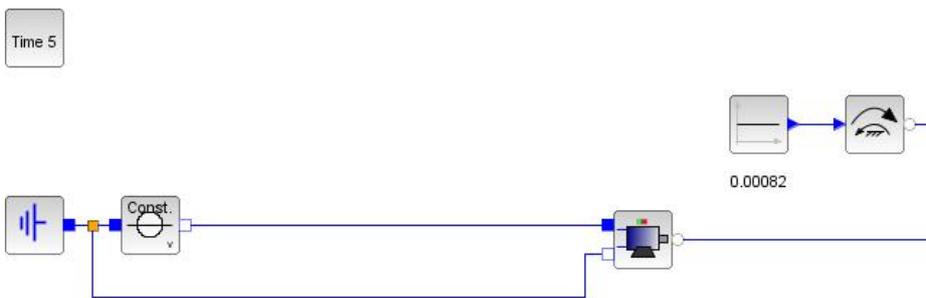
Lancer le logiciel de modélisation multiphysique Scilab. Dans le menu « Applications », lancer Xcos. Dans le menu « Vue », afficher le « Navigateur de palettes » s'il n'apparaît pas. Nous n'utiliserons ici que les blocs de la palette du module SIMM ci-contre.



La modélisation est constituée d'un diagramme constitué de blocs pris dans la bibliothèque par glisser-déposer vers la zone graphique du diagramme.

3.1. Modélisation de l'alimentation moteur

Réaliser la modélisation de l'alimentation du moteur du distributeur de savon ci-dessous, aidez vous des tutoriels vidéo joints, l'**enregistrer** sous « alimentation moteur.Xcos » dans vos documents.



Cette modélisation est constituée :

Désignation	Symbole	Sous palettes SIMM	Paramétrage
Potentiel zéro		SIMM/Electrique/Source/MEAB_Ground	
Alimentation continue en tension		SIMM/Electrique/Source/CEAS_predfVoltage	Type de signal : 0 V : 4.5 V
Moteur à CC Voir caractéristique § 4.1.2. du dossier technique		SIMM/Composant/Actionneurs/MEMC_DCmotor	R : 4.5 L : 0.03 k : 0.002817 Jrotor : 0.00000019
Couple résistant		SIMM/Mecanique/Rotation 1D/Source/CMRS_Torque0	
Signal constant Valeur du moment du couple résistant $C_r = 0.00082 \text{ N}\cdot\text{m}$	 1	SIMM/Signaux/Sources/MBS_Constant	k : 0.00082

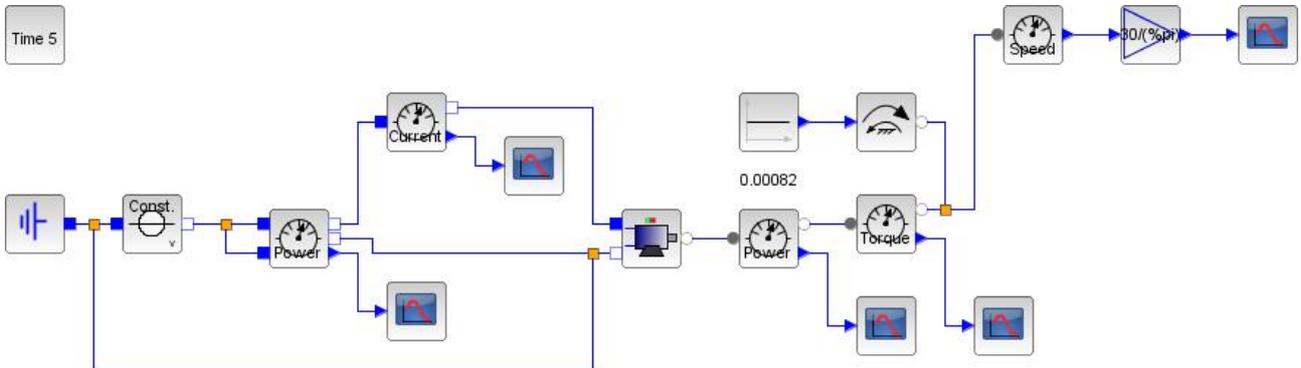
Ne pas oublier de faire le paramétrage en double cliquant sur les symboles.

Lancer la simulation , si la fenêtre « info » s'affiche, c'est qu'il n'y a pas d'erreur. Ok.

Pour visualiser les résultats de simulation, il faut mettre des capteurs.

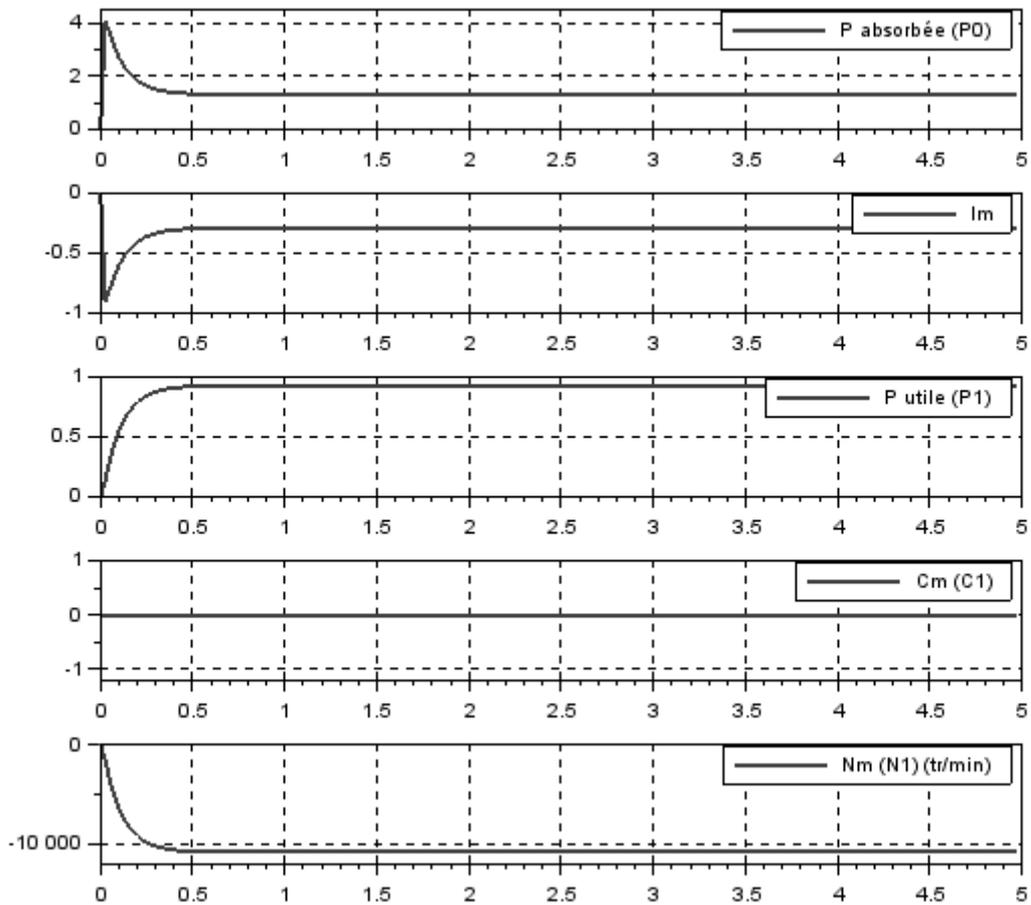
Insérer les capteurs comme sur le diagramme ci-dessous en n'oubliant pas la base de

temps  .



Désignation	Symbole	Sous palettes SIMM	Paramétrage
Capteurs de puissance électrique absorbée P_0		SIMM/Electrique/Mesure/CEAS_powerSensor	
associé à un affichage		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ISCOPE	Ok puis, P absorbée (P0)
Capteurs de puissance utile P_1		SIMM/Mecanique/Rotation 1D/Mesure/CMRS_PowerSensor	
associé à un affichage		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ISCOPE	Ok puis, P utile (P1)
Capteur d'intensité moteur I_m		SIMM/Electrique/Mesure/MEAS_CurrentSensor	
associé à un affichage		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ISCOPE	Ok puis, I_m
Capteur de couple moteur C_1		SIMM/Mecanique/Rotation 1D/Mesure/MMRS_TorqueSensor	
associé à un affichage		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ISCOPE	Ok puis, C_m (C1)
Capteur de vitesse de rotation arbre moteur ω_1		SIMM/Mecanique/Rotation 1D/Mesure/CMRS_GenSensor	Vitesse : 1
Gain : conversion d'unité $\text{radian} \cdot \text{s}^{-1}$ en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$		SIMM/Signaux/Math/MBM_Gain	k : $30/(\%pi)$
associé à un affichage		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ISCOPE	Ok puis, Nm (N1) (tr/min)
Paramètres simulation : 5 s		SIMM/Utilitaires/Visualisation/IREP_TEMP	Durée de simulation : 5

Lancer la simulation  : les courbes s'affichent :



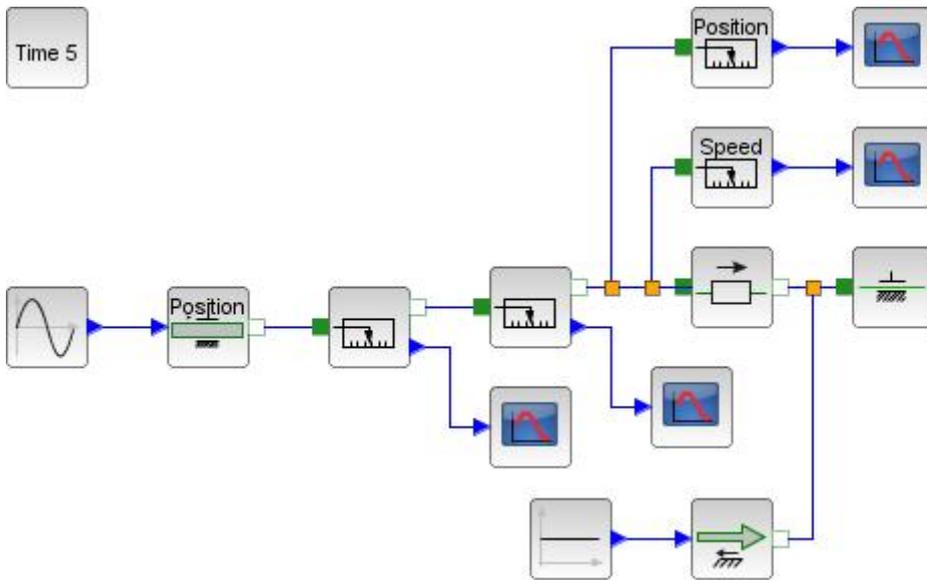
Enregistrer votre travail.

Q11. Analyser les courbes et les commenter.

3.2. Modélisation du piston

Créer un nouveau diagramme, l'**enregistrer** sous « piston.Xcos » dans vos documents.

Réaliser la modélisation du piston du distributeur de savon ci-dessous.

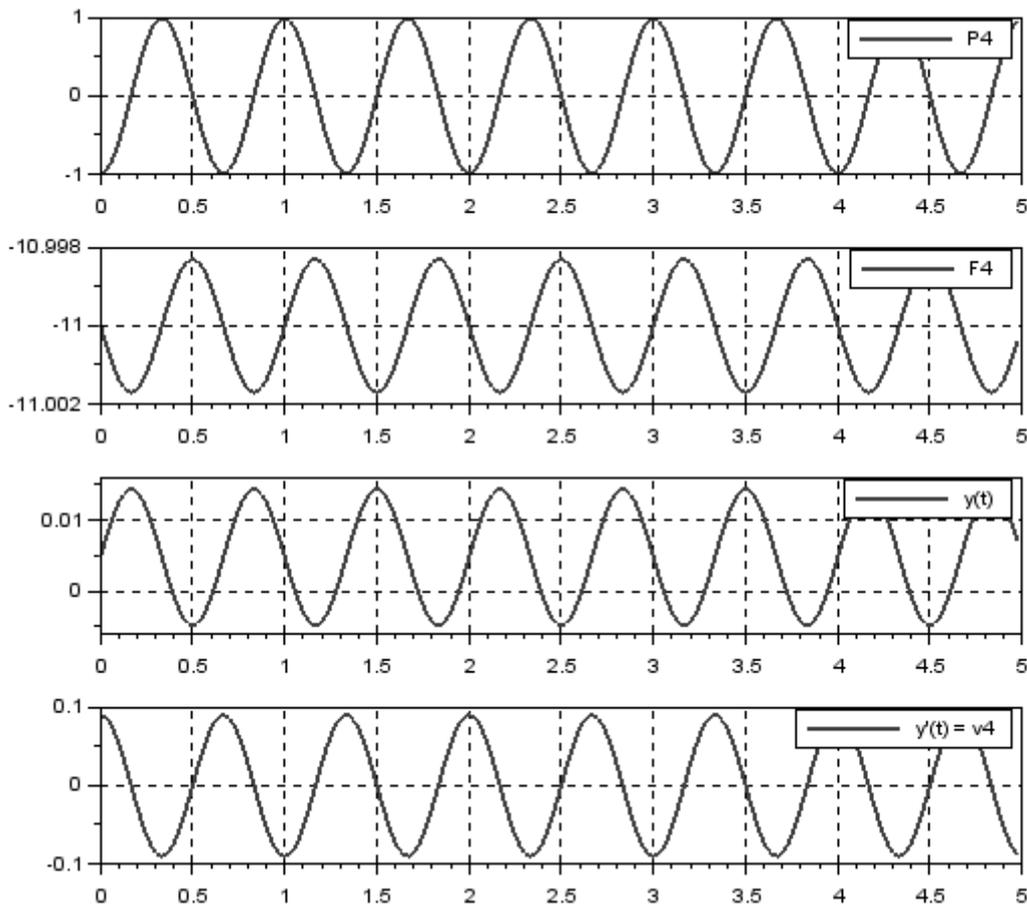


11

Désignation	Symbole	Sous palettes SIMM	Paramétrage
Signal sinusoïdal simulant un va et vient du piston en position		SIMM/Signaux/Sources/MBM_Sine	Amplitude : 0.0096 Fréquence : 1.5 Phase : 0 Décalage : 0.0048 Temps de décalage : 0
Entrée en position en translation		SIMM/Mecanique/Translation 1D/Sources/CMTS_ImposedKinematic	
Mesure puissance en translation		SIMM/Mecanique/Translation 1D/Mesure/CMTS_PowerSensor	
associé à un affichage		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ISCOPE	Ok puis, P4
Mesure de la force résistante		SIMM/Mecanique/Translation 1D/Mesure/CMTS_ForceSensor	
associé à un affichage		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ISCOPE	Ok puis, F4
Piston : masse en translation		SIMM/Mecanique/Translation 1D/Basique/CMTC_Mass	m : 0.002 longueur du solide : 0.009
Piston libre		SIMM/Mecanique/Translation 1D/Basique/CMTC_Free	
Capteur de position du piston		SIMM/Mecanique/Translation 1D/Mesure/CMTS_GenSensor	Position : 0
associé à un affichage		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ISCOPE	Ok puis, y(t)
Capteur de vitesse linéaire du piston		SIMM/Mecanique/Translation 1D/Mesure/CMTS_GenSensor	Vitesse : 1

associé à un affichage		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ISCOPE	Ok puis, $y'(t) = v4$
Effort résistant, force de frottement		SIMM/Mecanique/Translation 1D/Source/CMTS_Force0	
Signal constant Valeur de l'effort résistant : 11 N	 1	SIMM/Signaux/Sources/MBS_Constant	k : 11
Paramètres simulation		SIMM/Utilitaires/Visualisation/IREP_TEMP	Durée de simulation : 5

Lancer la simulation  : les courbes s'affichent :



Enregistrer votre travail.

Q12. Analyser les courbes et les commenter.

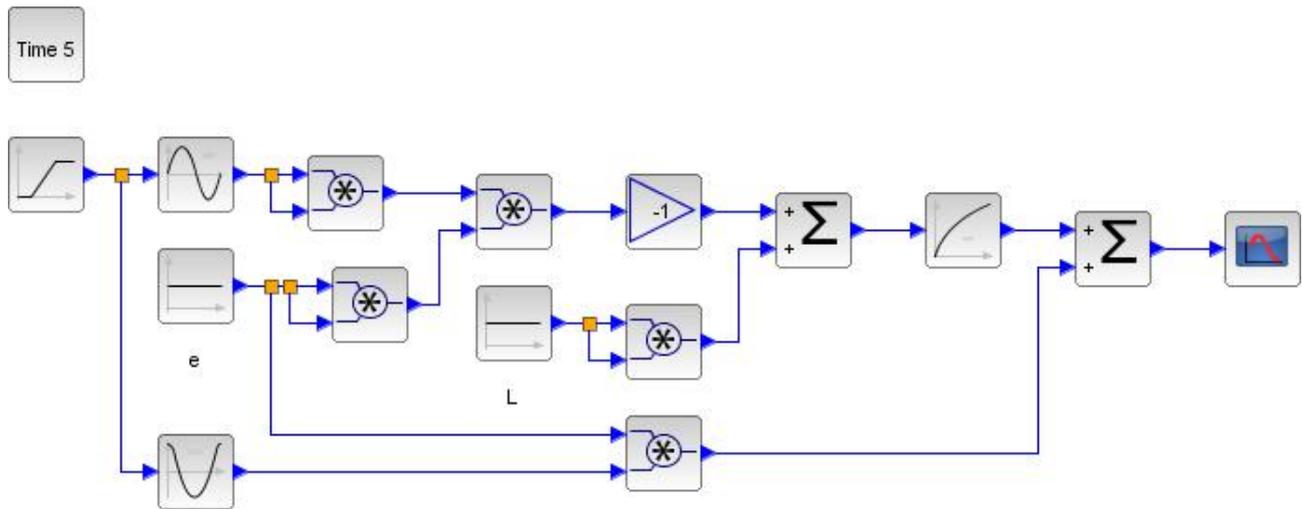
3.3. Modélisation du système bielle-excentrique (manivelle)

La loi entrée-sortie du système bielle 4 - excentrique (manivelle) 3 est donnée par la modélisation mathématique au § 1.1.2. issue de la géométrie des solides.

Rappel ci-dessous :

$$y(t) = e \cdot \cos \theta(t) + \sqrt{L^2 - e^2 \cdot \sin^2 \theta(t)}$$

On peut traduire cette modélisation : équation dans Scilab, Xcos, par les blocs « Math », de la palette SIMM/Signaux :



Créer un nouveau diagramme, l'**enregistrer** sous « bielle 4 - roue excentrique 3.Xcos » dans vos documents.

Réaliser la modélisation du système bielle 4 - roue excentrique (manivelle) 3 ci-dessus en prenant soin de **définir** au préalable les variables paramétrées :

e : l'excentration et

L : la longueur de la bielle ;

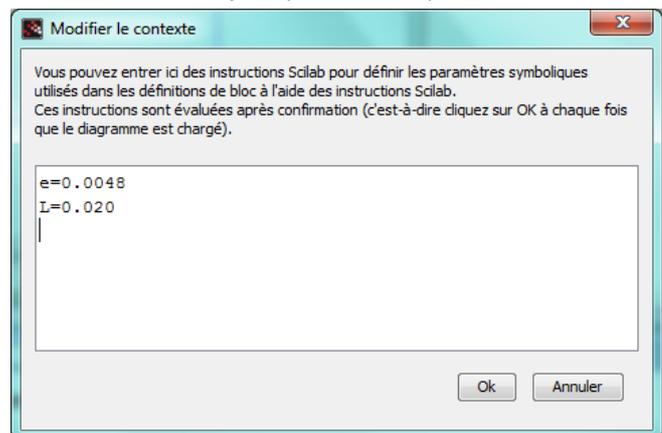
pour ce faire : clic droit dans une zone du diagramme « Modifier le contexte »,

taper :

$e=0.0048$, puis à la ligne,

$L=0.020$

Ok



Ces paramètres pourront être changés à volonté pour faire plusieurs essais de simulation en y accédant par clic droit dans une zone du diagramme « Modifier le contexte ».

On mettra en entrée un signal de type rampe et en sortie un affichage graphique :

Désignation	Symbole	Sous palettes SIMM	Paramétrage
Signal croissant : Valeur de la position angulaire de la roue excentrique $\theta(t)$		SIMM/Signaux/Sources/ MBS_Ramp	Amplitude : $2 \cdot \pi$ Durée : 2 Décalage : $\pi/2$ Temps de décalage : 0

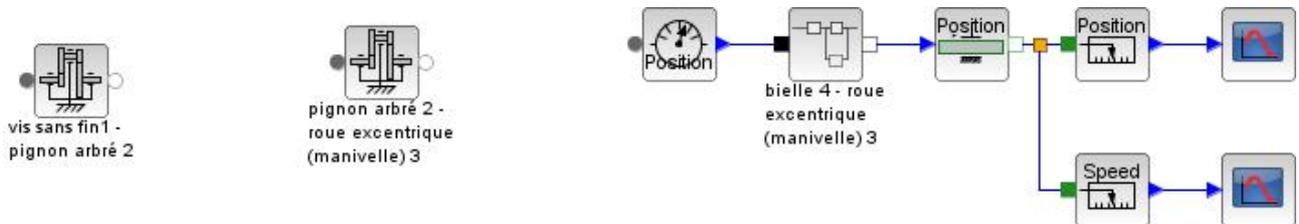
Affichage de la sortie sous forme de graphique fonction du temps		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ ISCOPE	Ok puis, y(t)
Paramètres simulation		SIMM/Utilitaires/Visualisation/ IREP_TEMP	Durée de simulation : 5

Lancer la simulation  : les courbes s'affichent.

Q13. **Vérifier** si les résultats obtenus sont conforme à ce que l'on peut s'attendre.

3.4. Modélisation du système complet

Ouvrir le fichier nommé « Distributeur de savon.Xcos », le système bielle 4 - roue excentrique (manivelle) 3 est déjà présent sous la forme d'un super bloc ainsi que deux blocs représentant les deux étages de réduction, le premier : vis sans fin (sortie moteur ω_1) – pignon arbré 2, le deuxième : pignon arbré 2 - roue excentrique (manivelle) 3.



Compéter le paramétrage comme indiquer dans le tableau ci-dessous

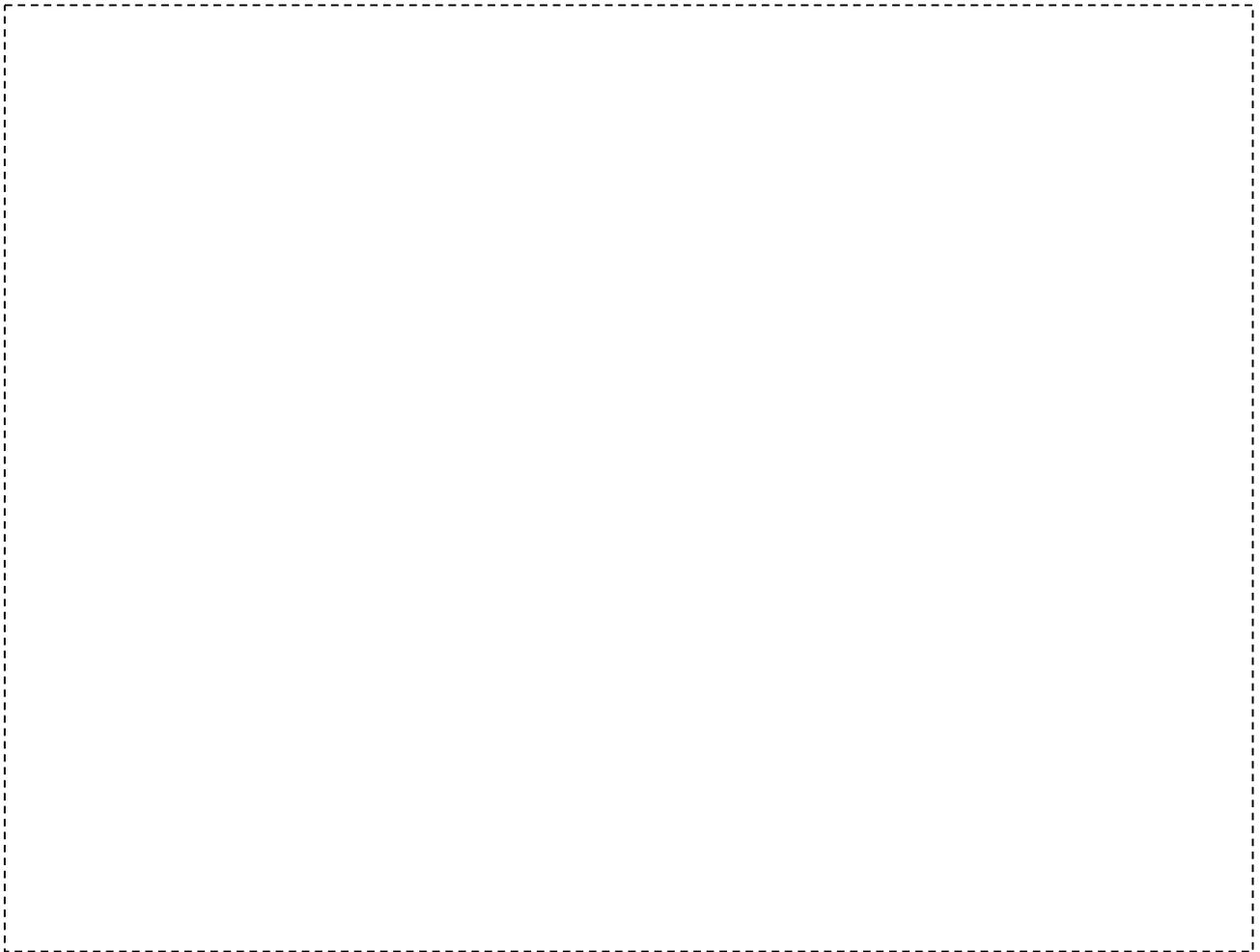
Désignation	Symbole	Sous palettes SIMM	Paramétrage
Réduction de vitesse - Vis sans fin (sortie moteur ω_1) – Pignon arbré 2 - Pignon arbré 2, le deuxième : Pignon arbré 2 - Roue excentrique (manivelle) 3	 vis sans fin1 - pignon arbré 2  pignon arbré 2 - roue excentrique (manivelle) 3		Rapport de transmission (entrée/sortie) : à définir d'après les caractéristiques fournies § 4.1.3. du dossier technique.

Insérer en copiant –collant la totalité des blocs de votre modélisation de l'alimentation moteur § 3.1.

Raccorder votre « alimentation moteur » aux éléments déjà présents.

Rajouter les capteurs nécessaires pour prélever le couple C_2 et C_3 ainsi que la fréquence de rotation « ω_2 » exprimée en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$ et « ω_3 » exprimée en $\text{tr}\cdot\text{s}^{-1}$.

Q14. **Donner** vos courbes en les copiant-collant ci-dessous



Q15. **Interprétation** des courbes : au bout de combien de temps la première dose de savon sera complètement délivrée.



Q16. **Comparer** la valeur trouvée à celle du cahier des charges (dossier technique).
Conclure quant à la validité de la modélisation sur le critère de temps.

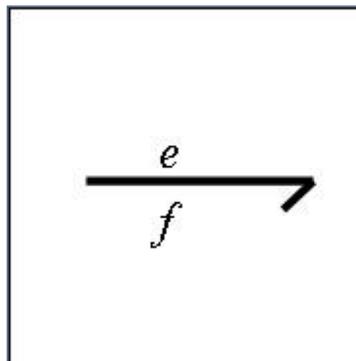


4. ACTIVITÉ 3 : Pour aller plus loin

Modéliser le volume de savon délivré en fonction de la course du piston 4.

Domaine	Effort (e)	Flux (f)	Déplacement (q)
Électrique	Tension (V)	Courant (A)	Charge (C)
Mécanique en translation	Effort (N)	Vitesse ($m \cdot s^{-1}$)	Déplacement (m)
Mécanique en rotation	Couple ($N \cdot m$)	Vitesse ($rad \cdot s^{-1}$)	Angle (rad)
Hydraulique	Pression (Pa)	Débit volumique ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Volume (m^3)
Magnétique	Force magnéto-motrice (A)	Dérivée flux (V)	Flux (Wb)
Chimique	Potentiel Chimique ($J \cdot mol^{-1}$)	Flux molaire ($mol \cdot s^{-1}$)	Quantité de matière (mol)
Thermodynamique	Température (K)	Flux entropique ($W \cdot K^{-1}$)	Entropie ($J \cdot K^{-1}$)
Acoustique	Pression (Pa)	Débit acoustique ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Volume (m^3)

Représentation **bond graph** : représentation graphique d'un système dynamique physique (mécanique, électrique, hydraulique, pneumatique, etc.) qui représente les transferts d'énergie dans le système.



Lien de puissance

Cet élément permet de symboliser les transferts d'énergie entre 2 sous-ensembles. Il est représenté comme suit :

On peut remarquer deux éléments sur cette liaison.

- La lettre e représente la composante effort de la liaison.
- La lettre f représente la composante flux de la liaison.
- La multiplication de ces deux termes doit donner la puissance qui transite par la liaison. Cet élément est orienté dans le sens où la puissance est positive

