 Faculté des Sciences L1	HLME202 Etude de systèmes mécaniques  <b>TP CINEMATIQUE PESE-LETTRE</b>	
		TP Cinématique

ETUDIANT 1	
ETUDIANT 2	

**OBJECTIFS DU TP :**

- Comprendre le mécanisme « Pèse-Lettre »
- Manipuler et mesurer une loi cinématique « entrée-sortie »
- Comparer les résultats expérimentaux aux calculs théoriques

**Partie 1 : Analyse fonctionnelle**

**1.1. Mise en situation**

Le système étudié est un pèse-lettre mécanique qui est utilisé à peser les lettres et autres courriers postaux, afin de déterminer le tarif d'affranchissement. Ce système est généralement utilisé dans un bureau.

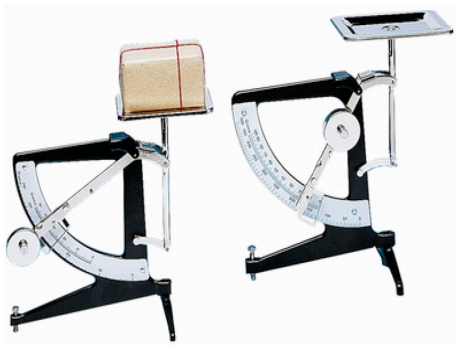


Figure 1 : Photo d'un pèse-lettre mécanique.




Figure 2 : Pesée de document grâce au pèse-lettre.

Il existe aussi des pèse-lettre électroniques.

**1.2. Analyse fonctionnelle**

En prenant exemple du système « moteur 2 temps », nous allons réaliser le diagramme pieuvre du pèse lettres.  
**Rappel :** Le diagramme pieuvre est un outil de l'analyse fonctionnelle qui permet de décrire précisément les fonctions du système ainsi que les interacteurs.  
 Les interacteurs sont les éléments en contact physique avec le système ou dans l'environnement proche du système, il faut donc définir précisément le contour du système étudié.  
 On définit des Fonctions Principales (FP) et des Fonctions Contraintes (FC), elles sont représentées sur le diagramme pieuvre par un trait entre 2 interacteurs passant par le système, elles sont exprimées sous la forme d'une phrase commençant par un verbe à l'infinitif.

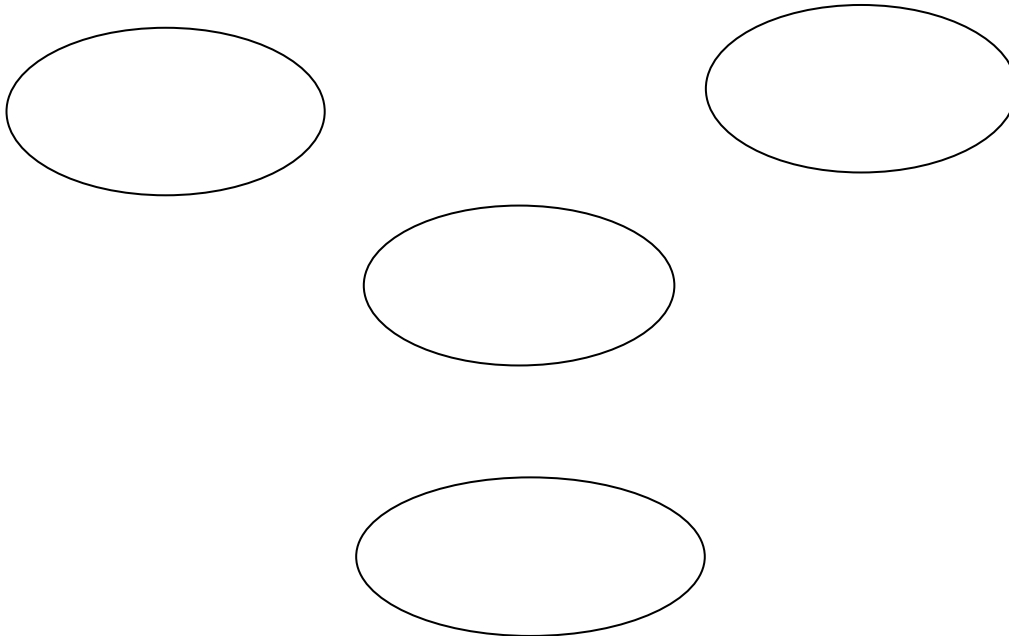
Sur la figure 2 on voit le pèse lettres en situation d'utilisation lors de la pesée d'un document.

 Faculté des Sciences L1	HLME202 Etude de systèmes mécaniques <b>TP CINEMATIQUE PESE-LETTRE</b>	
		TP Cinématique

**Question 1 : Déterminer les 3 interacteurs du système** (c'est à dire les éléments en contact physique avec le système ou dans l'environnement proche du système).

Interacteur 1	
Interacteur 2	
Interacteur 3	

**Question 2 : Compléter le diagramme Pieuvre :**



**Question 3 : Tracer la fonction principale** (entre 2 interacteurs et en passant par le système).

**Question 4 : Tracer les fonctions contraintes** entre les interacteurs et le système.

**Question 5 : Compléter les fonctions principales et secondaires :**

FP1 : Peser \_\_\_\_\_ à la demande de \_\_\_\_\_

FC1 : s'adapter à \_\_\_\_\_

FC2 : s'adapter à/au \_\_\_\_\_

FC3 : s'adapter à /au \_\_\_\_\_

**Question 6 :** La masselotte peut prendre 2 positions, expliquer l'intérêt de ces 2 positions



## Partie 2 : Analyse cinématique

On étudie le mouvement des pièces du pèse-lettre ainsi décrit dans le repère fixe  $R_0 = (O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  :

- un bâti  $S_0$
- un bras coudé  $S_1 = EOB$  à l'extrémité de laquelle est fixée une masselotte
- un plateau + tige  $S_2$
- une biellette  $S_3$

Les figures 3 et 4 présentent le système dans la situation « à vide » et dans la situation « chargée ».

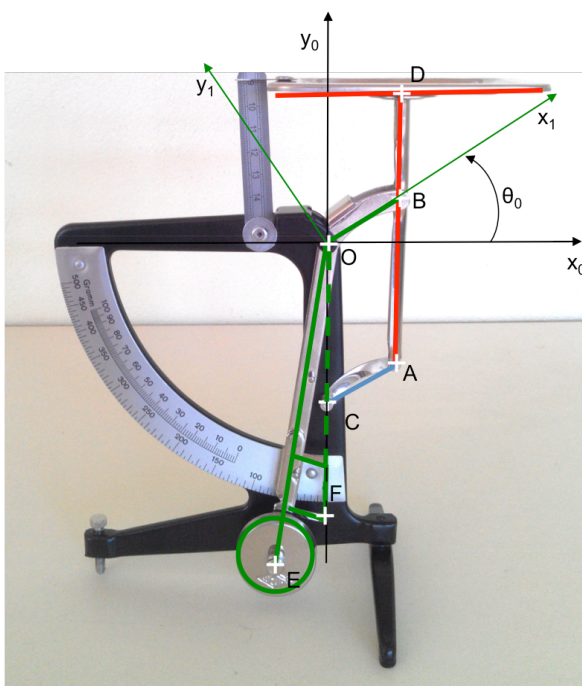


Figure 3 : pèse-lettre à vide

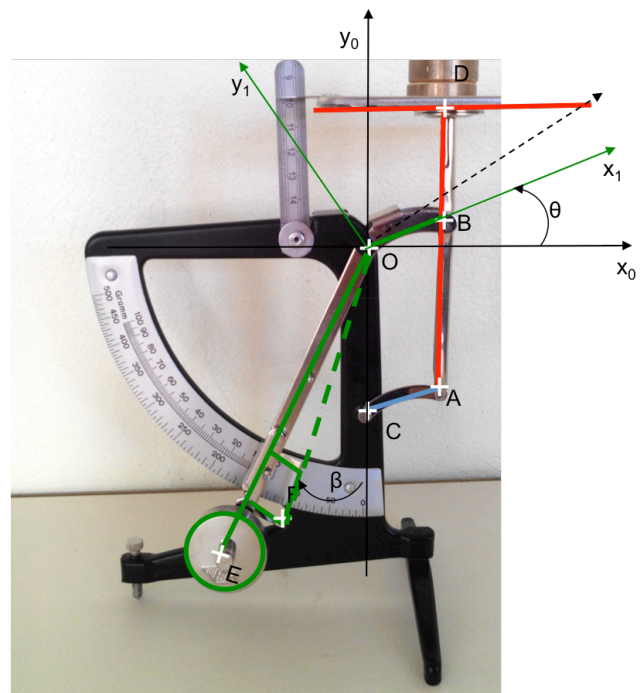


Figure 4 : pèse-lettre chargé

Les pièces sont articulées de la façon suivante :

- pivot d'axe (B,  $z_0$ ) entre  $S_1$  et  $S_2$  (bras coudé / plateau+tige)
- pivot d'axe (A,  $z_0$ ) entre  $S_2$  et  $S_3$  (plateau/tige / biellette)



- pivot d'axe (O,  $\mathbf{z}_0$ ) entre  $S_1$  et  $S_0$  (bras coudé / bâti)
- pivot d'axe (C,  $\mathbf{z}_0$ ) entre  $S_3$  et  $S_0$  (bielle / bâti)

Reporter ci-dessous les valeurs des dimensions utiles (les mesurer sur le système) :

- OB =                      AC =  
AB =                      OC =  
OE (position masselotte en bas) =  
BD =


### 2.1. Etude géométrique (à partir des calculs réalisés pendant la séance précédente)

1. Combien faut-il de paramètres pour décrire le mouvement du système ?

2. Parmi les angles  $\alpha, \theta, \beta$  indiquer le.s angle.s fixe.s et le.s angle.s variable.s ? Quel est le signe de l'angle  $\theta$  ? le signe de l'angle  $\beta$  ?

3. Exprimer l'angle  $\beta$  en fonction de  $\theta_0$  et  $\theta$ .

4. On note  $u$  le déplacement du point D suivant  $\vec{y}_0$ . On définit  $u$  tel que  $u=0$  pour la position du pèse-lettre à vide. Exprimer  $u$  en fonction de  $\beta$  et des caractéristiques géométriques du système.

 Faculté des Sciences	HLME202 Etude de systèmes mécaniques  <b>TP CINEMATIQUE PESE-LETTRE</b>	
L1		TP Cinématique

## 2.2. Mesures expérimentales

**L'objectif est de mesurer expérimentalement les valeurs des déplacements  $u$  du point D, pour différentes valeurs de  $\beta$  et les comparer aux valeurs théoriques. Dans la position MASSELOTE BAS (valeur de OE la plus grande)**

5. Avec quel outil de mesure est mesuré le déplacement ? Quelle est l'incertitude sur la mesure, c'est à dire quelle est la valeur  $\Delta u$  telle que  $u = u_{\text{mesuré}} \pm \Delta u$  ? Quelle est l'unité de  $\Delta u$  ? L'incertitude relative se calcule comme  $\Delta u / u$ , elle est exprimée en %, que vaut l'incertitude relative si  $u = 5 \text{ mm}$  ?

6. Avec quel outil de mesure est mesuré l'angle  $\beta$  ? Quelle est l'incertitude sur la mesure ? c'est à dire quelle est la valeur  $\Delta \beta$  telle que  $\beta = \beta_{\text{mesuré}} \pm \Delta \beta$  ? Quelle est l'unité de  $\Delta \beta$  ? L'incertitude relative se calcule comme  $\Delta \beta / \beta$ , elle est exprimée en %, que vaut l'incertitude relative si  $\beta = 20^\circ$  ?

7. Réaliser une série de mesures en faisant varier  $\beta$  tous les 10 degrés de 0 à 60 degrés, noter dans le tableau les valeurs de  $u$  correspondantes pour chaque étudiant.e du binôme, puis calculer la moyenne.



Etudiant.e 1		Etudiant.e 2		Moyenne
$\beta$ (degrés)	$u$ (mm)	$\beta$ (degrés)	$u$ (mm)	$u_{moy}$ (mm)
0			0	0
10				
20				
30				
40				
50				
60				

8. Sur les ordinateurs de la salle informatique, créer un fichier « CINEMATIQUE-PS-NOM1-NOM2.ods » sur open office.

Créer une colonne  $\beta$  (degrés).

Créer une colonne  $u_{moy}$  (mm), entrer la moyenne des **valeurs expérimentales** pour chaque valeur de  $\beta$

Créer une colonne  $u_{théorique}$  (mm), calculer dans cette colonne la **valeur théorique de  $u$**  pour chaque valeur de  $\beta$ . à l'aide de l'expression obtenue à la question 4.

**ATTENTION : Dans les fonctions sinus et cosinus, l'angle doit être exprimé en radian. Conseil : rajouter une colonne  $\beta$  en radian.**

Tracer les courbes  $u_{moy}$  en fonction de  $\beta$  et  $u_{théorique}$  en fonction de  $\beta$  sur le même graphe.

Tracer à la main l'allure des courbes dans le cadre ci-dessous. Commenter le graphe. Est-ce que les résultats expérimentaux sont cohérents avec les résultats théoriques ?



9. Enregistrer le fichier sur moodle.

### 2.3 Etude cinématique analytique

On attache le repère  $R_1(O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$  au solide  $S_1$ .

1. Exprimer  $\vec{\Omega}(S_1/R_0)$ .

2. Calculer la vitesse du point B de  $S_1$  dans son mouvement par rapport à  $R_0$ , repère lié au bâti,  $\vec{V}(B \in S_1/R_0)$  en fonction de  $a$  et  $\dot{\theta}$ .

3. Exprimer  $\vec{\Omega}(S_3/R_0)$ .

4. Calculer la vitesse du point A de  $S_3$  dans son mouvement par rapport à  $R_0$ , repère lié au bâti,  $\vec{V}(A \in S_3/R_0)$  en fonction de  $a$  et  $\dot{\theta}$ .

5. Exprimer la relation du torseur cinématique reliant les vitesses des points A et B de  $S_2$  dans leur mouvement par rapport à  $R_0$ .



6. En déduire  $\vec{\Omega}(S_2/R_0)$ . Comment appelle-t-on le mouvement de  $S_2$  par rapport à  $R_0$ ?

7. Calculer  $\vec{V}(D \in S_2/R_0)$ .

### 2.4. Etude cinématique graphique

On considère que  $\dot{\theta} = -1$  rad/s. On choisit comme échelle des distances 1 cm réel correspond à 0,5 cm sur le dessin et comme échelle des vitesses, 1cm/s réel correspond à 0,5 cm sur le dessin.

Rappeler les mesures des longueurs :

OB =

AC =

AB =

OC =

OE (position 1) =

BD =

Mesurer les angles :

$\alpha =$

$\theta_0 =$

1. Tracer les points caractéristiques du système, en respectant l'échelle considérée, dans la position  $\theta = -10$  degrés.
2. Calculer la vitesse du point B de  $S_1$  dans son mouvement par rapport à  $R_0$   $\vec{V}(B \in S_1/R_0)$  et la tracer sur le schéma. Expliquer le tracé :

3. Tracer le champ des vitesses de  $S_1/R_0$ .






4. En utilisant la propriété d'équiprojectivité dans le solide  $S_1$ , tracer la vitesse du point E de  $S_1$  dans son mouvement par rapport à  $R_0$   $\vec{V}(E \in S_1 / R_0)$ . Expliquer le tracé :

5. Mesurer ce vecteur et en déduire la valeur numérique de la norme de  $\vec{V}(E \in S_1 / R_0)$ .

6. Tracer le champ des vitesses du solide  $S_3$  dans son mouvement par rapport à  $R_0$ .

7. Tracer le champ des vitesses du solide  $S_2$  dans son mouvement par rapport à  $R_0$ .

 Faculté des Sciences	HLME202 Etude de systèmes mécaniques <b>TP CINEMATIQUE PESE-LETTRE</b>	
L1		TP Cinématique

**Dessin :**