

## T.P.2 - CINEMATIQUE DU POINT

## ETUDE GRAPHIQUE D'UN MOUVEMENT CIRCULAIRE

## 1) But du T.P.:

- Etudes vectorielle et en coordonnées intrinsèques du mouvement circulaire d'un mobile considéré comme un point matériel,
- notions de vecteurs « position », « déplacement », « vitesse » et « accélération » et leur évolution en fonction du temps,
- Acquisition de savoir-faire théoriques :
  - méthodologie
  - détermination de grandeurs vectorielles
  - tracé de vecteurs
  - tracé de graphe,
  - analyse et interprétation.

## 2) Description du dispositif expérimental :

La figure 1 ci-dessous représente le schéma du dispositif expérimental. Il est constitué de :

- une planche inclinée d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale,
- une sonnette électrique à marteau placée sur un support,
- un fil inextensible,
- un clou, une feuille de papier carbone et une feuille d'enregistrement.

## 3) Description de l'expérience :

La sonnette est reliée à un clou planté dans la planche au point  $O$  par l'intermédiaire d'un fil inextensible. On la place et on la maintient au repos au point  $P_0$ . On lâche la sonnette. Le fil restant tendu durant toute l'expérience, elle décrit sur la planche un mouvement circulaire.

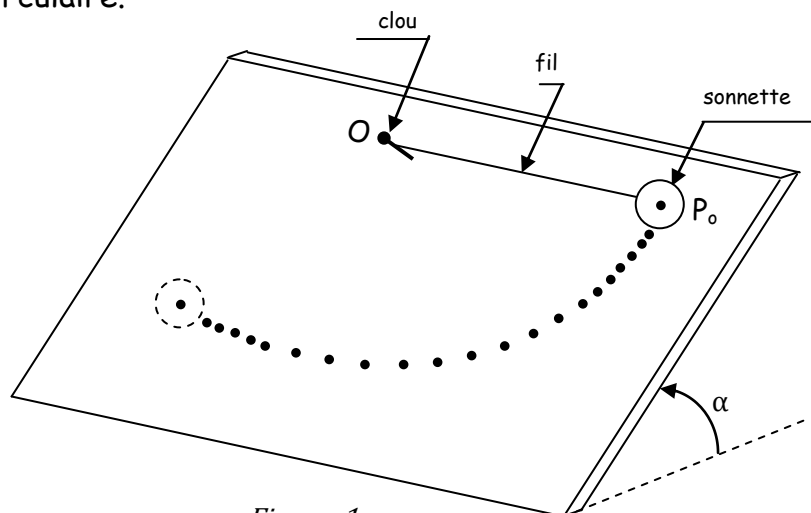


Figure 1

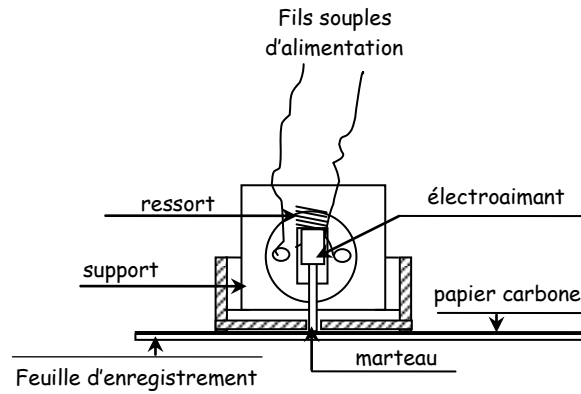


Figure 2

La figure 2 montre un schéma, en coupe, de la sonnette à marteau montée sur son support. Elle est fixée à l'intérieur d'un disque métallique lisse percé d'un trou ; lorsque la sonnette est alimentée (220 V, 50 Hz), le marteau vibre grâce à l'électroaimant et au ressort de rappel.

Passant à travers le trou, le marteau marque, grâce au papier carbone, les traces de ses impacts sur la feuille d'enregistrement à intervalles de temps réguliers ( $\delta t_s = 0,01\text{ s}$ ). La sonnette enregistre ainsi son propre mouvement. On connaît ainsi sa position et l'instant correspondant à cette position.

#### 4) Travail demandé :

Le document qui vous est proposé, est la représentation à l'échelle 1 de l'enregistrement du mouvement de la sonnette.

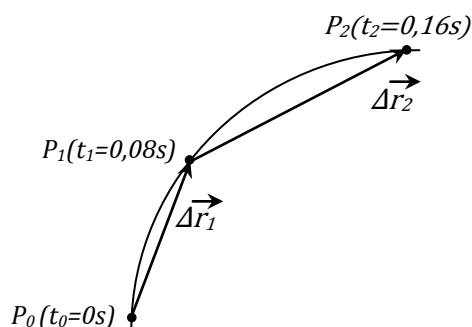
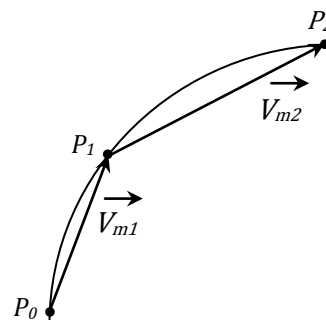
**Réaliser avec soin toutes les représentations vectorielles et graphiques.**

#### I) ETUDE VECTORIELLE DU MOUVEMENT :

Prendre pour l'étude un intervalle de temps  $\Delta t_e = 8 \delta t_s$ .

I.1- A partir du point  $P_0$ , représentez sur l'enregistrement les vecteurs « déplacement »  $\Delta \vec{r}_i$  successifs de la sonnette (figure 3).

I.2- En déduire les modules des vecteurs « vitesse moyenne »  $\vec{V}_{mi}$ . En précisant l'échelle, confondre les vecteurs  $\vec{V}_{mi}$  avec les vecteurs  $\Delta \vec{r}_i$  (figure 4).

Figure 3 : Vecteurs « déplacement »  $\Delta \vec{r}_i$ Figure 4 : Vecteurs « vitesse moyenne »  $\vec{V}_{mi}$

I.3- Si l'intervalle de temps  $\Delta t_e$  est suffisamment petit, alors on peut assimiler le vecteur  $\vec{V}_{m1}$  entre  $P_0$  et  $P_1$  au vecteur « vitesse instantanée »  $\vec{V}_1$  du mobile (tangent à la trajectoire) à la position  $P_{i1}$  marquée à l'instant milieu,  $t=0,04s$ , etc. (figure 5). Avec l'intervalle de temps  $\Delta t_e$ , vérifiez au point  $P_{i3}$  ( $t = 0,20 s$ ) qu'on peut assimiler  $\vec{V}_{m3}$  à  $\vec{V}_3$ .

I.4 - En utilisant par commodité les vecteurs  $\vec{V}_{mi}$ , construisez aux points  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  et  $P_5$  les vecteurs « variation de vitesse »  $\Delta \vec{V}_i$  et déterminez leur module (figure 6).

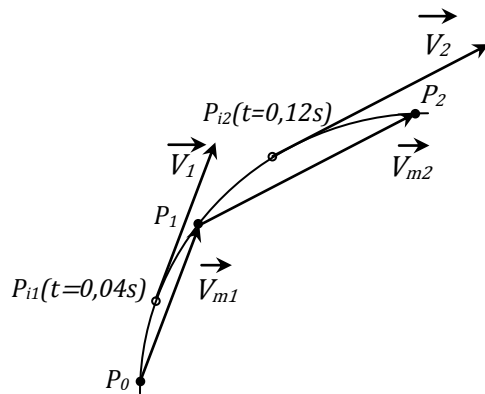


Figure 5 : Vecteurs « vitesse instantanée »  $\vec{V}_i$

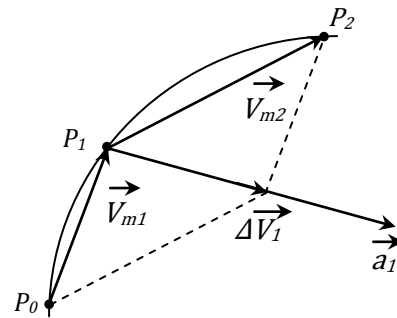


Figure 6 :

Vecteurs « variation de vitesse »  $\Delta \vec{V}_1$  et accélération  $\vec{a}_1$  au point  $P_1$

$$(\Delta \vec{V}_1 = \vec{V}_2 - \vec{V}_1 = \vec{V}_{m2} - \vec{V}_{m1}) \text{ et } \vec{a}_1 \left( \vec{a}_1 = \frac{\Delta \vec{V}_1}{\Delta t} \right)$$

I.5- En déduire les modules des vecteurs « accélération »  $\vec{a}_i$  et les représenter sur le document avec l'échelle  $1 \text{ cm pour } 1 \text{ ms}^{-2}$  (figure 6).

## II) ETUDE DU MOUVEMENT EN COORDONNEES INTRINSEQUES :

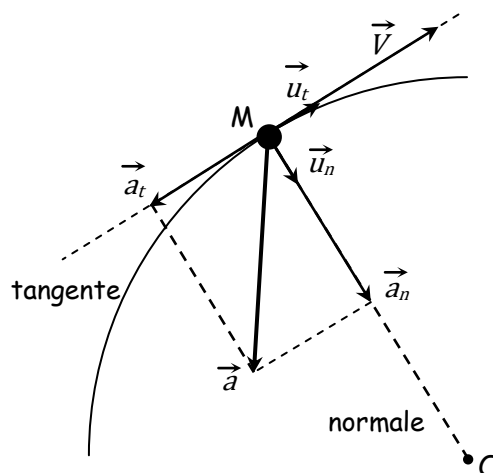


Figure 7

II.1- La figure 7 montre comment, dans un mouvement curviligne, on construit à parti du vecteur "accélération"  $\vec{a}$ , ses composantes intrinsèques  $\vec{a}_t$  et  $\vec{a}_n$ , tracées sur deux axes tangent et normal à la trajectoire en un point  $M$ .

$$\vec{a} = a_n \vec{u}_n + a_t \vec{u}_t$$

Sur l'exemple donné, le mouvement du mobile est décéléré. Le vecteur vitesse  $\vec{V}$  ( $\vec{V} = V \vec{u}_t$ ) est opposé à la composante  $\vec{a}_t$  ( $\vec{a}_t = -a_t \vec{u}_t$ )

Décomposez les vecteurs  $\vec{a}_i$  pour les positions  $P_2, P_3, P_4$  et  $P_5$  et déterminez les modules de leurs composantes intrinsèques  $a_{ti}$  et  $a_{ni}$ . Comment varient-ils au cours du temps ?

II.2- Avec les valeurs des vitesses moyennes calculées en I.2, tracez le graphe  $V(t)$  donnant la vitesse instantanée du mobile en fonction du temps.

Identifier les phases du mouvement ainsi que leur nature.

II.3- Déterminez à partir du graphe  $V(t)$  et aux instants  $t_2, t_3, t_4$  et  $t_5$  les valeurs de  $\frac{dV}{dt}$  et  $\frac{V^2}{R}$  du mobile. Comparez-les avec les valeurs de  $a_t$  et  $a_n$  déduites des constructions graphiques. Conclusion.