

## T.P. 1 - CINEMATIQUE DU POINT

## LE MOUVEMENT RECTILIGNE

A) But du T.P. : • Etude cinématique du mouvement rectiligne d'un chariot : Notions de position, vitesse et accélération d'un mobile en fonction du temps.

• Acquisition de savoir-faire expérimentaux et théoriques :

- méthodologie
- utilisation d'un dispositif de mesure de temps,
- tracé de graphes,
- analyse et interprétation,
- établissement des lois horaires du mouvement :  $s(t)$ ,  $V(t)$  et  $a(t)$ .

B) Description du dispositif expérimental :

La figure 1 représente le schéma du dispositif expérimental. Il est constitué :

- d'un rail rectiligne  $AB$ , incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale, accolé à un autre rail rectiligne horizontal  $BC$ ,
- de deux barrières lumineuses  $B_1$  et  $B_2$ ,
- d'un chronomètre digital,
- d'un chariot.

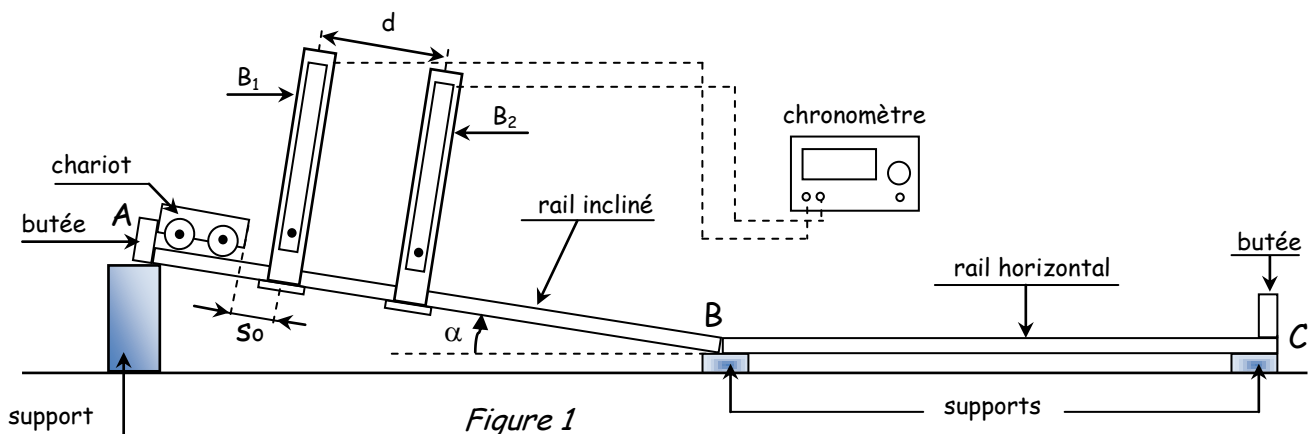


Figure 1

C) Description de l'expérience :

La manipulation consiste à relever le temps mis par le chariot pour parcourir la distance  $d$  séparant les orifices de sortie des faisceaux lumineux des barrières  $B_1$  et  $B_2$ . Ces dernières sont reliées au chronomètre réglé sur la position ( $L_1$  start et  $L_2$  stop). Ce réglage indique que le chronomètre se déclenche dès que l'avant du chariot coupe le faisceau de  $B_1$  et s'arrête à la coupure du faisceau de  $B_2$ . Le temps  $T$  mis par le chariot pour parcourir la distance  $d$  est alors affiché.

La barrière  $B_1$  est positionnée en un point du rail  $AB$  à  $s = s_0 = 2 \text{ cm}$  de l'avant du chariot et cette position sera maintenue fixe durant toute la manipulation. La barrière  $B_2$  sera placée successivement en différentes positions  $s$  marquées sur les rails.

Le chariot est maintenu au repos contre la butée  $A$ . Cette position sera prise comme origine des abscisses ( $s=0 \text{ cm}$ ) et comme origine des temps ( $t=0 \text{ s}$ ).

On libère le chariot sans vitesse initiale ( $V = 0 \text{ m/s}$ ) et pour chaque position de la barrière  $B_2$ , on relève le temps  $T$ . On refait la mesure deux fois et on calcule le temps moyen  $T_m$ . Le chronomètre doit être remis à zéro (*bouton reset*) après chaque mesure.

#### D) Travail demandé :

##### 1°) Relevé des temps en fonction des positions :

Placer l'orifice de la barrière  $B_2$  à  $d = 5 \text{ cm}$  de celui de  $B_1$  (voir figure 1). Libérer le chariot sans vitesse initiale et relever le temps  $T_1$ ; refaire l'expérience dans les mêmes conditions et relever les temps  $T_2$  et  $T_3$ . Calculer le temps moyen  $T_m$  avec ces 3 temps.

Reprendre la manipulation pour les distances  $d = 10, 20, 30 \text{ et } 40 \text{ cm}$ .

Pour les distances  $d = 50, 60, 70, 80, 90 \text{ et } 100 \text{ cm}$ , enlever le support de la barrière  $B_2$  et le poser sur la table, sous le rail horizontal, sans le fixer au rail. Remplir le tableau suivant :

$s = d + s_0$ (cm)	2	7	12	22	32	42	52	62	72	82	92	102
$T_1 (s)$	0											
$T_2 (s)$	0											
$T_3 (s)$	0											
$T_m (s)$	0											

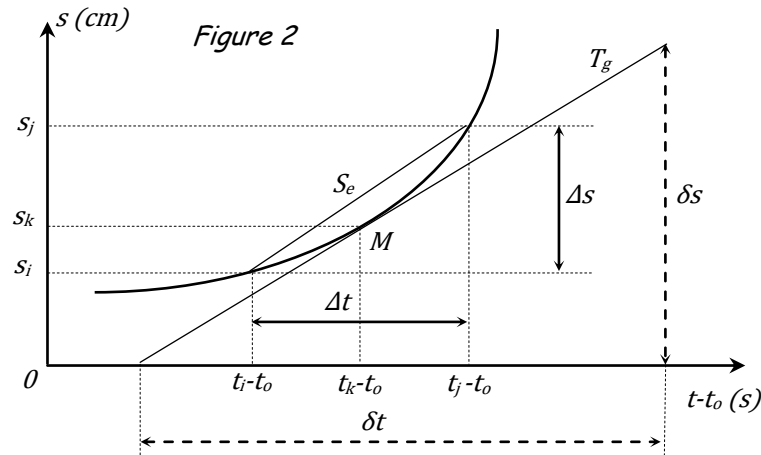
##### 2°) Diagramme des espaces :

Choisir des échelles convenables et tracer le graphe  $s(T_m)$ , avec  $T_m = t - t_0$ , où  $t_0$  correspond à  $s = s_0$ .

Le graphe correctement tracé corrige les points s'écartant éventuellement de la courbe, écarts dus aux incertitudes de mesure sur  $s$  et  $T$ .

##### 3°) Tracé du graphe de la vitesse instantanée en fonction du temps :

Pour déterminer la vitesse instantanée  $V$  du mobile à partir du graphe  $s(t-t_o)$ , on dispose de deux procédés (voir figure 2) :



Procédé a) : La vitesse instantanée  $V$  du mobile à l'instant  $t_k - t_o$  est donnée par le calcul de la pente de la tangente à la courbe  $T_g$  tracée au point  $M$  ( $V = \delta s / \delta t$ ). Elle correspond, mathématiquement, à  $ds/dt$  qui est la limite lorsque  $\Delta t$  tend vers zéro du rapport  $\Delta s / \Delta t$ .

Procédé b) : Calcul de la vitesse moyenne sur un intervalle de temps  $\Delta t$  centré autour de l'instant  $t_k - t_o$ .

La vitesse moyenne entre les instants  $t_i - t_o$  et  $t_j - t_o$  est donnée par le calcul de la pente de la sécante  $S_e$  ( $V_m = \frac{s_j - s_i}{t_j - t_i} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ).

Si  $\Delta t$  est suffisamment petit, on peut assimiler cette vitesse moyenne à la vitesse instantanée  $V$  à l'instant  $(t_k - t_o) = \frac{(t_i - t_o) + (t_j - t_o)}{2}$  milieu de  $\Delta t$ . Dans ce cas, la sécante et la tangente sont pratiquement parallèles.

3.1) Vérifier en un point  $(s_k, t_k - t_o)$  que l'intervalle de temps  $\Delta t = 0,2 \text{ s}$  est suffisamment petit pour faire l'approximation  $V_m(t_i - t_o, t_j - t_o) \cong V(t_k - t_o)$  et ainsi, utiliser le procédé b pour le calcul des vitesses instantanées.

3.2) Remplir le tableau ci-dessous en déterminant tous les  $0,2 \text{ s}$  les abscisses  $s$  correspondantes, les variations d'abscisses  $\Delta s$ , les vitesses moyennes et les instants correspondants aux vitesses instantanées.

$t - t_o (s)$	$s \text{ graphe (cm)}$	$\Delta s (cm)$	$V_m \approx V_i (m/s)$	$t - t_o (s)$
0	$s_o$			
		$s_1 - s_o$	$(s_1 - s_o)/\Delta t$	
0,2	$s_1$			
		$s_2 - s_1$	$(s_2 - s_1)/\Delta t$	
0,4	$s_2$			
		$s_3 - s_2$	$(s_3 - s_2)/\Delta t$	
0,6	$s_3$			

3.3) Tracer le graphe de la vitesse instantanée en fonction du temps  $V(t-t_o)$ .

4) Exploitation du graphe  $V(t)$  :

4.1) Déterminer :

- $t_o$ ,
- $V_o$  (correspondant à  $t-t_o=0$  s),
- $s_o$  et comparer à la valeur  $s_o = 2$  cm,
- les accélérations du chariot dans la première et la dernière phase,
- la nature du mouvement dans chacune de ces deux phases.

4.2) En déduire les équations horaires du mouvement  $a(t)$ ,  $V(t)$  et  $s(t)$  dans chaque phase.