

TRAVAUX PRATIQUES DE MECANIQUE Cinématique : Etude graphique d'un mouvement circulaire

A) 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.

B) 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 α par rapport à l'horizontale,
- une sonnette électrique,
- un fil inextensible,
- un clou.

C) Description de l'expérience : La manipulation consiste à enregistrer le mouvement de la sonnette sur la planche inclinée. 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 P₀. On lâche la sonnette. Le fil restant tendu durant toute l'expérience, elle décrit sur la planche un mouvement circulaire.

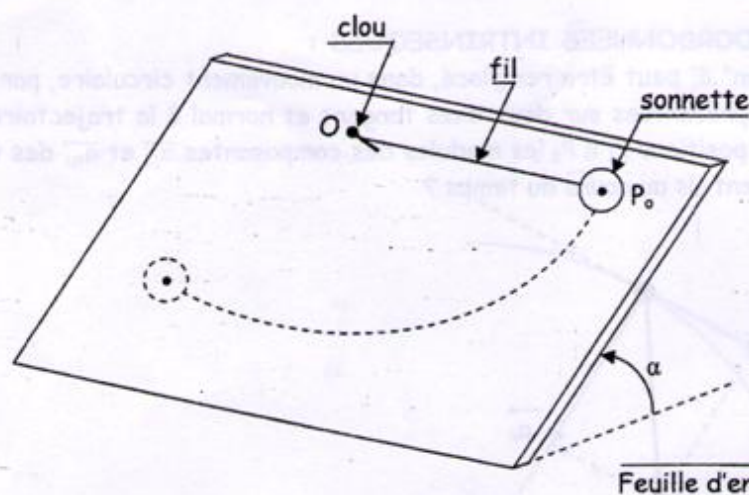


Figure 1

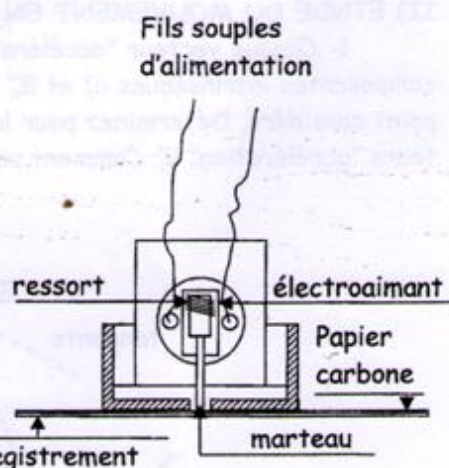


Figure 2

La figure 2 montre un schéma, en coupe, de la sonnette. Elle est fixée sur un disque métallique lisse percé d'un trou ; lorsque la sonnette est alimentée, le marteau vibre grâce à l'électroaimant et au ressort de rappel. Passant à travers le trou, il laisse, grâce au papier carbone, des traces sur la feuille d'enregistrement à intervalles de temps réguliers (0.01 s). La sonnette enregistre ainsi son propre mouvement. On connaît sa position et l'instant correspondant à sa position.

D) Manipulation : Le document qui vous est proposé, représente à l'échelle 1, l'enregistrement du mouvement de la sonnette.

Réaliser avec soin toutes les représentations vectorielles et graphiques.

I) ETUDE VECTORIELLE DU MOUVEMENT :

1- Dessinez sur l'enregistrement les vecteurs « déplacement » $\Delta \vec{r}_i$ successifs de la sonnette pour des intervalles de temps $\Delta t = 0.08 \text{ s}$ (voir figure 3).

2- En déduire les modules des vecteurs « vitesse moyenne » $\vec{v}_{mi}$ successifs et les confondre aux vecteurs « déplacement » (voir figure 4).

3- A quels vecteurs « vitesse instantanée » $\vec{v}_i$ peut-on assimiler ces vecteurs « vitesse moyenne » ? (voir figure 5)

4 - En utilisant, par commodité, les vecteurs $\vec{v}_{mi}$ et non pas les vecteurs $\vec{v}_i$, déterminez graphiquement les vecteurs « variation de vitesse » $\Delta \vec{v}_i$ aux points P_1 à P_5 (voir figure 6).

5- En déduire les modules des vecteurs « accélération » $\vec{a}_i$ et les représenter sur le document en indiquant l'échelle choisie.

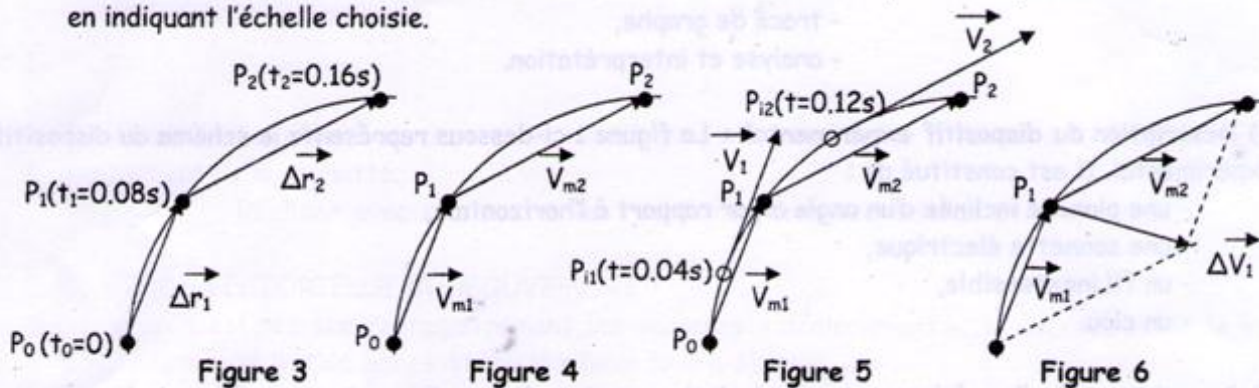


Figure 3 : Vecteurs « déplacement » $\Delta \vec{r}_i$

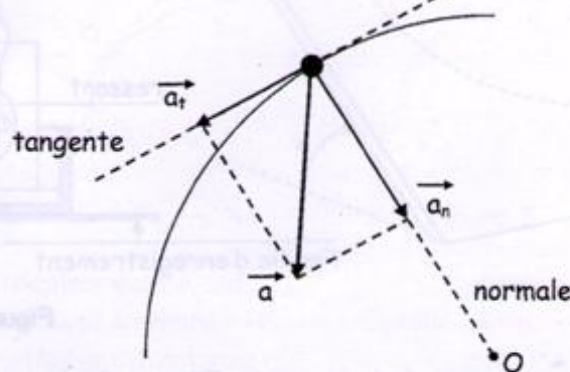
Figure 4 : Vecteurs « vitesse moyenne » $\vec{v}_{mi}$ Echelle : $1 \text{ cm} \rightarrow (1/\Delta t) \text{ cms}^{-1}$

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

Figure 6 : Vecteur « variation de vitesse » $\Delta \vec{v}_1$ au point P_1 ($\Delta \vec{v}_1 = \vec{v}_{m2} - \vec{v}_{m1}$)

II) ETUDE DU MOUVEMENT EN COORDONNEES INTRINSEQUES :

1- Chaque vecteur "accélération" $\vec{a}_i$ peut être remplacé, dans un mouvement circulaire, par ses composantes intrinsèques $\vec{a}_t$ et $\vec{a}_n$ représentées sur deux axes tangent et normal à la trajectoire au point considéré. Déterminez pour les positions P_1 à P_5 les modules des composantes $\vec{a}_{ti}$ et $\vec{a}_{ni}$ des vecteurs "accélération" $\vec{a}_i$. Comment varient-ils au cours du temps ?



2- Tracez le graphe $V(t)$ donnant la vitesse du mobile en fonction du temps.

Identifier les phases du mouvement ainsi que leur nature.

3- Aux positions P_1 à P_6 vérifiez que l'on a bien: $a_t = \frac{dv}{dt}$ et $a_n = \frac{v^2}{R}$.

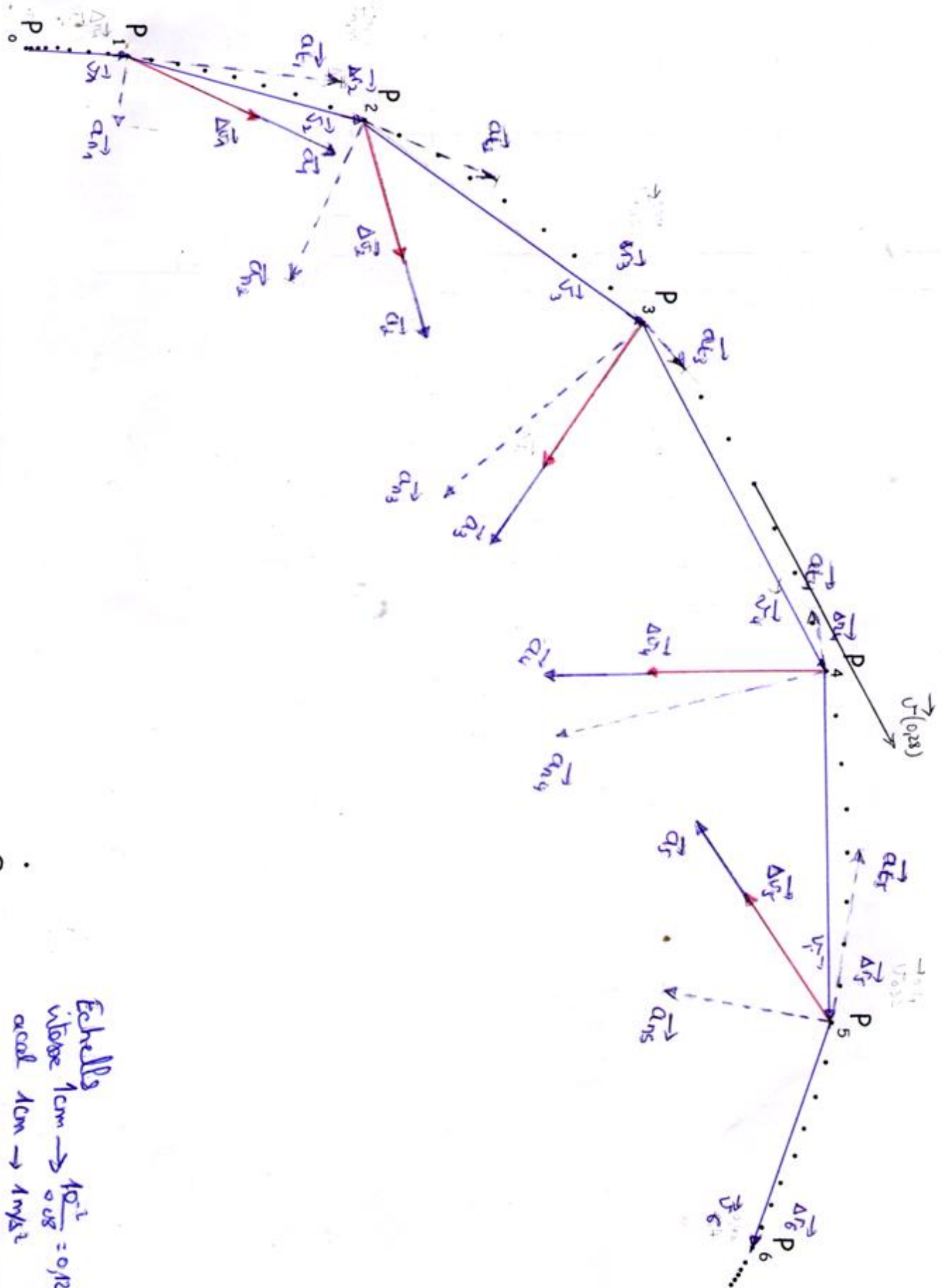
· O

P_1 · · · · · P_0

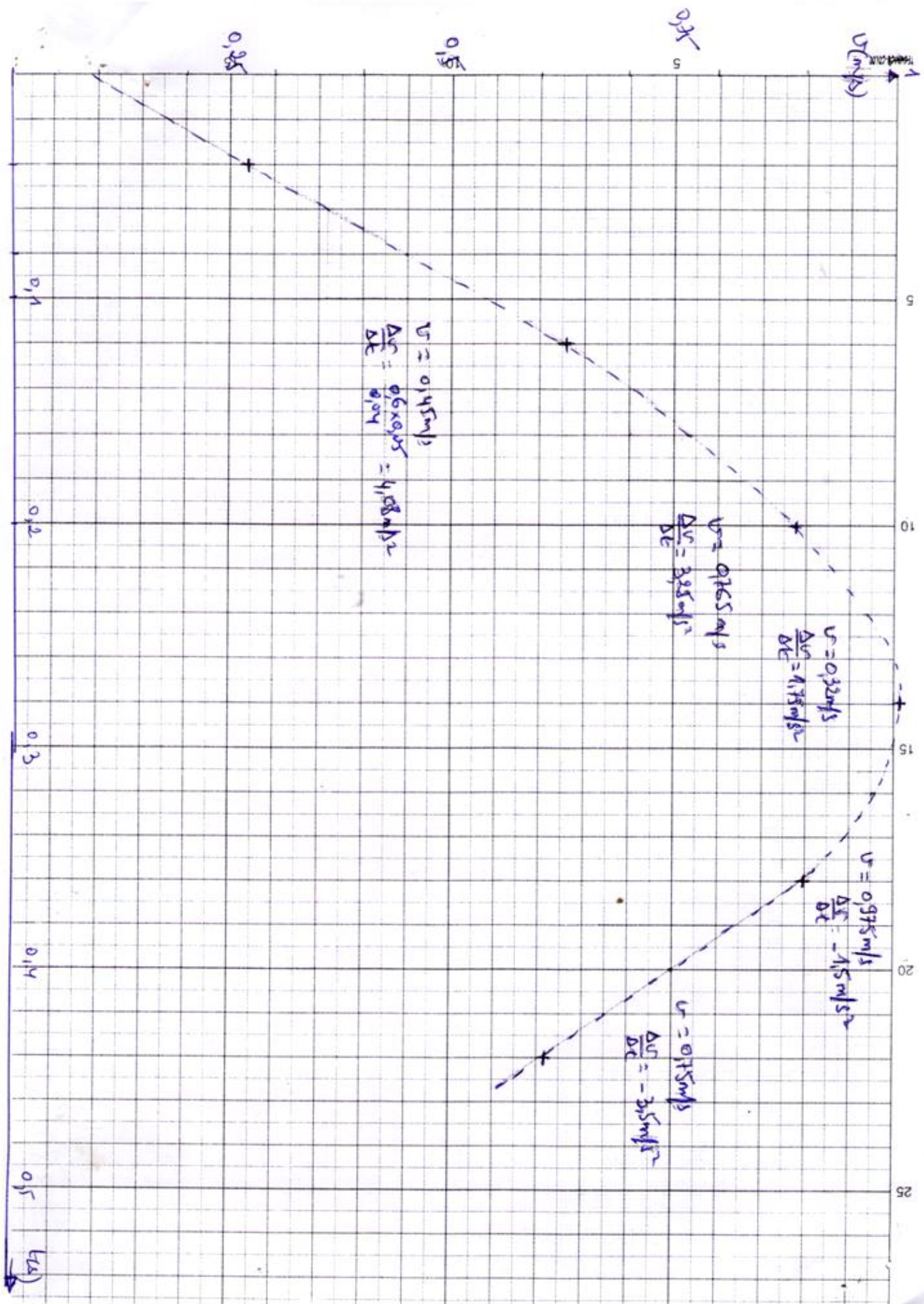
P_2 ·

P_3 ·

P_4 · · · · · P_5 · · · · · P_6 · · · · ·



Echelle
 vitesse $1\text{ cm} \rightarrow \frac{10^1}{0.25} = 0.125\text{ m/s}$
 accel $1\text{ cm} \rightarrow 1\text{ m/s}^2$



$ \vec{v} (m/s)$	$t (s)$	$ \Delta \vec{v} (m/s)$	$a (m/s^2)$	$a_t (m/s^2)$	$a_n (m/s^2)$	$\frac{dv}{dt} (m/s^2)$	$\frac{v^2}{R} (m/s^2)$
$v_{0,05} = 0,27$	0,04	0,375	4,68	4,5	1,5	4,68	1,19
$v_{0,16} = 0,63$	0,12	0,375	4,68	3	3,7	3,25	3,44
$v_{0,21} = 0,89$	0,2	0,45	5,62	1,3	5,5	1,76	4,97
$v_{0,32} = 1,01$	0,28	0,46	5,75	-1,3	5,7	-1,5	5,59
$v_{0,44} = 0,90$	0,36	0,4	5	-3,6	3,6	-3,5	3,3
$v_{0,54} = 0,61$	0,44						

pour le calcul de $\frac{v^2}{R}$, lire les valeurs de v sur le graphique $v(t)$.

Δ phase du vect

$$\text{signe de } \vec{v} \cdot \vec{a} = \vec{v} \cdot \vec{a_t} + \underbrace{\vec{v} \cdot \vec{a_n}}_0 = \vec{v} \cdot \vec{a_t}.$$