

## Correction du TP n°17 : Applications de la 2<sup>ème</sup> loi de Newton

### I°) Montage (étude théorique) :

1°) Inventaire des forces : Référentiel Galiléen : la table (fixe par rapport à la Terre).

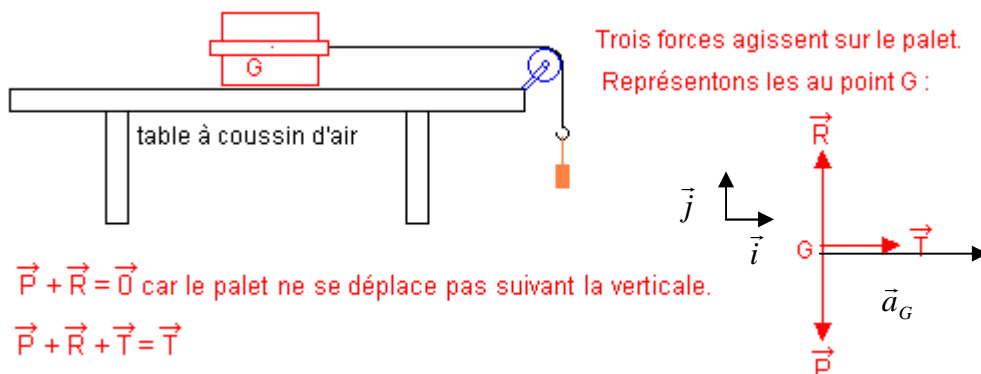
**Système étudié : le mobile autoporteur de masse M**

Le mobile de masse M est soumis à 3 forces extérieures :

$\vec{P}$  (poids) : action gravitationnelle de la Terre sur le mobile.

$\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{R}_T$  : réaction de l'air soufflé sur le mobile. Ici, grâce au coussin d'air, on néglige les frottements donc  $\vec{R} = \vec{R}_N$ .

$\vec{T}$  : action du fil sur le mobile.

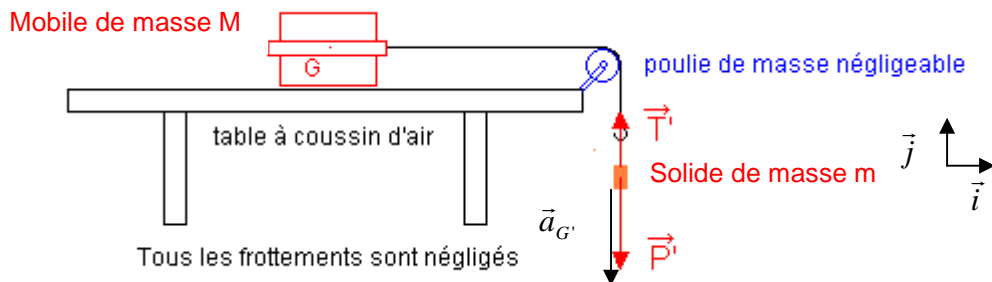


**Système étudié : la masselotte de masse m**

Cette masselotte de masse m est soumise à 2 forces extérieures :

$\vec{P}'$  (poids) : action gravitationnelle de la Terre sur la masselotte

$\vec{T}'$  : action du fil sur la masselotte



### 2°) +3°) Deuxième loi de Newton :

Appliquons la deuxième loi de Newton :

Dans un référentiel Galiléen, la somme des forces extérieures appliquées au mobile autoporteur est égale au produit de la masse M du solide par l'accélération  $\vec{a}_G$  de son centre d'inertie.

Ici, nous écrivons donc :

$$\vec{T} + \vec{P} + \vec{R} = M \cdot \vec{a}_G$$

Projetons cette égalité dans le repère  $(o, \vec{i}, \vec{j})$

$$P_x + R_x + T_x = M \cdot a_{Gx}$$

$$P_y + R_y + T_y = M \cdot a_{Gy}$$

Soit, en remarquant que  $a_{Gy} = 0 \text{ m.s}^{-2}$  (le vecteur  $\vec{a}_G$  est dirigé seulement suivant l'horizontale)

$$T_x = T, T_y = 0 \text{ N}, P_x = 0 \text{ N}, R_x = 0 \text{ N}, P_y = -P, R_y = R$$

$$0 + 0 + T = M \cdot a_G$$

$$-P + R + 0 = 0$$

(T, P et R désignent les normes positives des vecteurs forces)

On en déduit :

$$\mathbf{T = M \cdot a_G \quad (1)}$$

Appliquons la deuxième loi de Newton pour la masselotte m :

$$\vec{T}' + \vec{P}' = m \cdot \vec{a}_{G'}$$

Cette égalité ne peut s'écrire que suivant  $(O, \vec{j})$  : tous les vecteurs sont verticaux.

$$P'_x + T'_x = m a_{G'_x}$$

$$P'_y + T'_y = m a_{G'_y}$$

Soit, en remarquant que  $a_{G'_x} = 0 \text{ m.s}^{-2}$  (le vecteur  $\vec{a}_{G'}$  est dirigé seulement suivant la verticale) donc  $a_{G'_y} = -a_G$

$$T'_x = 0, T'_y = T', P'_x = 0, P'_y = -P'$$

$$0 + 0 + 0 = m \cdot 0$$

$$-P' + T' = -m a_G$$

On en déduit :  **$T' = mg - m a_G$  (2)**

( $T', a_G$  désignent les normes positives des vecteurs  $\vec{T}'$  et  $\vec{a}_{G'}$ )

Si la poulie est de masse négligeable et si les frottements sont négligeables, alors le fil est tendu de la même façon avant et après la poulie donc  **$T' = T$** , dans ce cas l'accélération du mobile autoporteur et de la masselotte sont les mêmes (en norme)

$$a_G = a_{G'}$$

L'égalité (2) peut encore s'écrire  $M a_G = mg - m a_G$  d'où

$$a_G = \frac{mg}{M + m}$$

4°) Valeur théorique de  $a_G$  pour les 3 clichés :

|                         | Cas n°1 : M = 994,6g et m=15,17 g  | Cas n°2: M = 994,6g et m = 50 g   | Cas n°3: M = 994,6 + 500,9 g et m = 50 g  |
|-------------------------|--|---|---|
| <b><math>a_G</math></b> | $a_{G1} = \frac{15,7}{994,6 + 15,7} \times 9,81 \approx \mathbf{0,147 \text{ m.s}^{-2}}$ | $a_{G2} = \frac{50}{994,6 + 50} \times 9,81 \approx \mathbf{0,47 \text{ m.s}^{-2}}$ | $a_{G3} = \frac{50}{994,6 + 500,9 + 50} \times 9,81 \approx \mathbf{0,32 \text{ m.s}^{-2}}$ |

II°) Vérification pratique :

M = 994,6 g et m = 15,7 g

| t (s) | x (m) | v(m.s <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------|-----------------------|
| 0     | 0     |                       |
| 0,1   | 0,023 | 0,24                  |
| 0,2   | 0,048 | 0,255                 |
| 0,3   | 0,074 | 0,27                  |
| 0,4   | 0,102 | 0,285                 |
| 0,5   | 0,131 | 0,305                 |
| 0,6   | 0,163 | 0,32                  |
| 0,7   | 0,195 | 0,33                  |
| 0,8   | 0,229 | 0,35                  |
| 0,9   | 0,265 |                       |

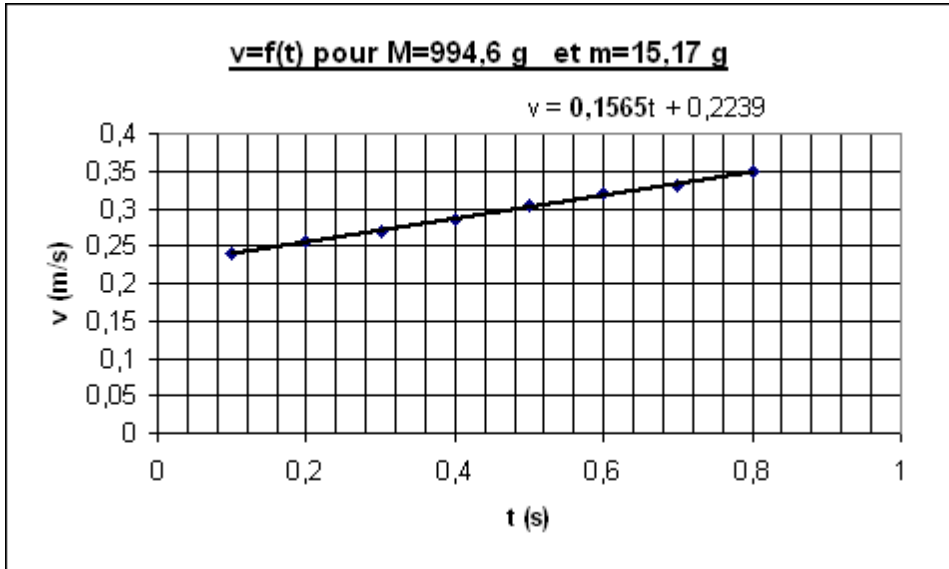
$$V(t_i) = \frac{A_{i-1}A_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

$V(t_i)$  : vitesse instantanée à la date  $t_i$   
 $A_{i-1}A_{i+1}$  : longueur de la trajectoire.  
 $t_{i-1}$  et  $t_{i+1}$  : instants aussi proches que possible de  $t_i$ .

L'accélération correspond au coefficient directeur de chaque équation de  $v = f(t)$  car

$$a = \frac{dv}{dt}$$

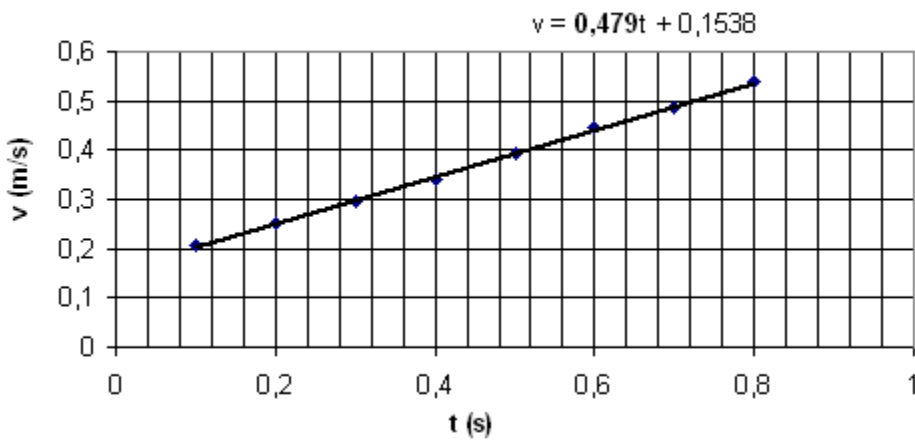
$$a = 0,1565 \text{ m.s}^{-2}$$



M = 994,6 g et m = 50 g

| t (s) | x (m) | v( m.s <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------|------------------------|
| 0     | 0     |                        |
| 0,1   | 0,018 | 0,205                  |
| 0,2   | 0,041 | 0,25                   |
| 0,3   | 0,068 | 0,295                  |
| 0,4   | 0,1   | 0,34                   |
| 0,5   | 0,136 | 0,395                  |
| 0,6   | 0,179 | 0,445                  |
| 0,7   | 0,225 | 0,485                  |
| 0,8   | 0,276 | 0,54                   |
| 0,9   | 0,333 |                        |

**v=f(t) pour M=994,6 g et m=50,0 g**

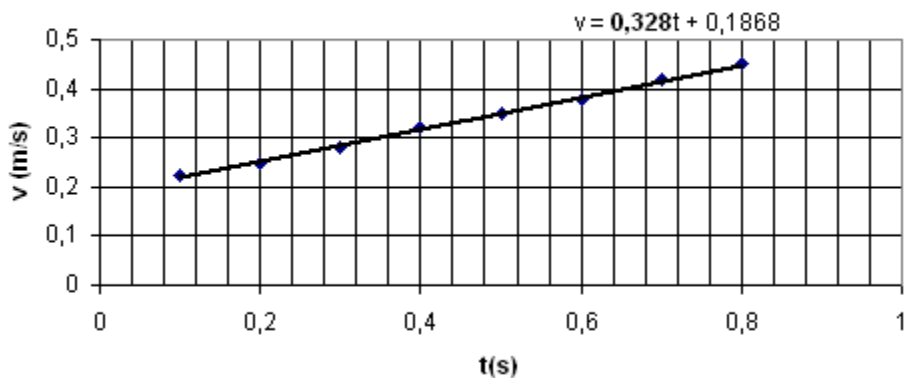


$a = 0,479 \text{ m.s}^{-2}$

M = 994,6+ 500,9 g et m = 50 g

| t (s) | x (m) | v( m/s) |
|-------|-------|---------|
| 0     | 0     |         |
| 0,1   | 0,021 | 0,225   |
| 0,2   | 0,045 | 0,25    |
| 0,3   | 0,071 | 0,28    |
| 0,4   | 0,101 | 0,32    |
| 0,5   | 0,135 | 0,35    |
| 0,6   | 0,171 | 0,38    |
| 0,7   | 0,211 | 0,42    |
| 0,8   | 0,255 | 0,45    |
| 0,9   | 0,301 |         |

**v=f(t) pour M=994,6 g+ 500,9 g et m=50,0 g**



$a = 0,328 \text{ m.s}^{-2}$

III°) Interprétations :

1°)

|  | <b><math>a_G</math> théorique</b> | <b><math>a_G</math> expérimental</b> | <b>% d'erreur</b> |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| <b>Cas n°1</b> : M=994,6 g m=15,17 g             | 0,147 m.s <sup>-2</sup>           | 0,16 m.s <sup>-2</sup>               | <b>6,8 %</b>      |
| <b>Cas n°2</b> : M=994,6g m=50,0 g               | 0,47 m.s <sup>-2</sup>            | 0,48 m.s <sup>-2</sup>               | <b>1,9 %</b>      |
| <b>Cas n°3</b> : M=994,6 +500,9 g et<br>m=50,0 g | 0,32 m.s <sup>-2</sup>            | 0,33 m.s <sup>-2</sup>               | <b>3,5 %</b>      |

2°) +3°) Quand la masse M du mobile autoporteur augmente l'accélération  **$a_G$  diminue** (comparaison des cas 2 et 3).

Quand la masse m de la masselotte augmente l'accélération  **$a_G$  augmente** (comparaison des cas 1 et 2).