

# Mouvement et interactions

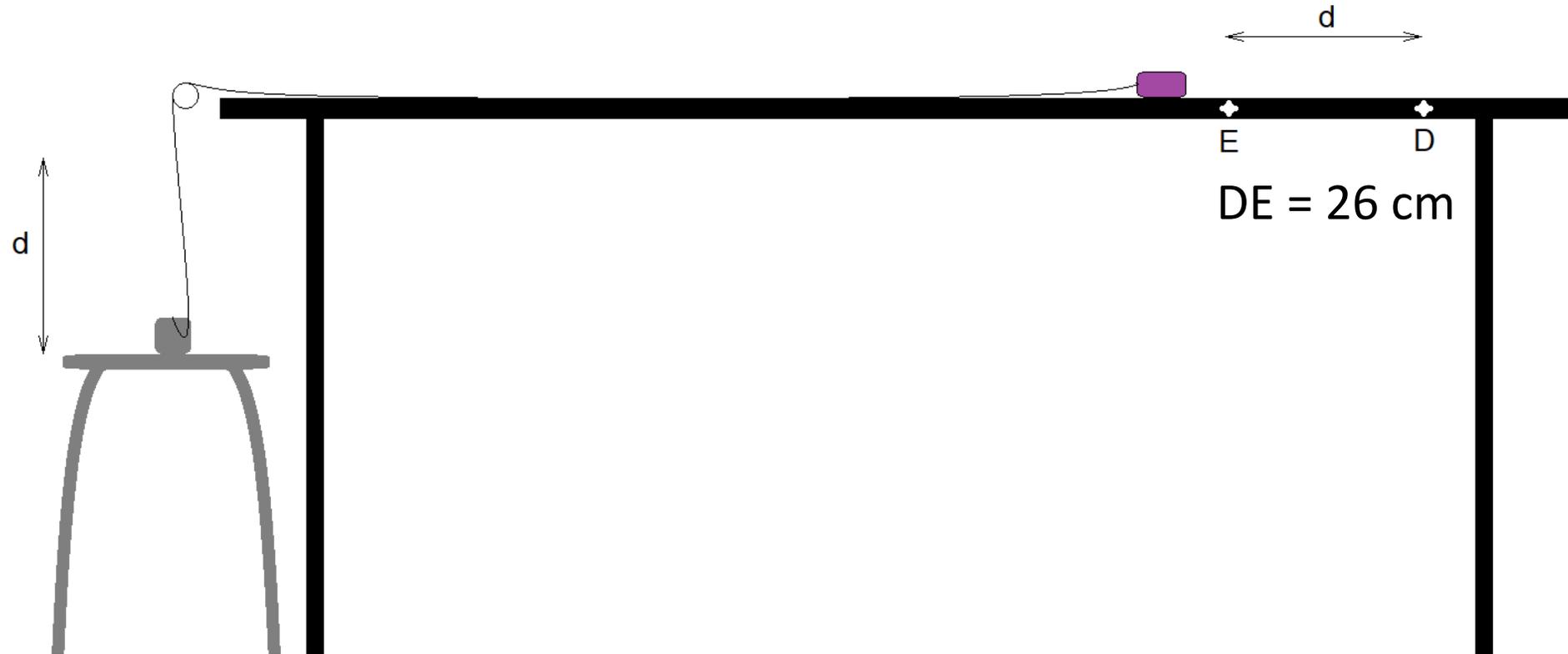
Découvrir et réviser la spécialité **physique-chimie** de première

# Ventriglisse

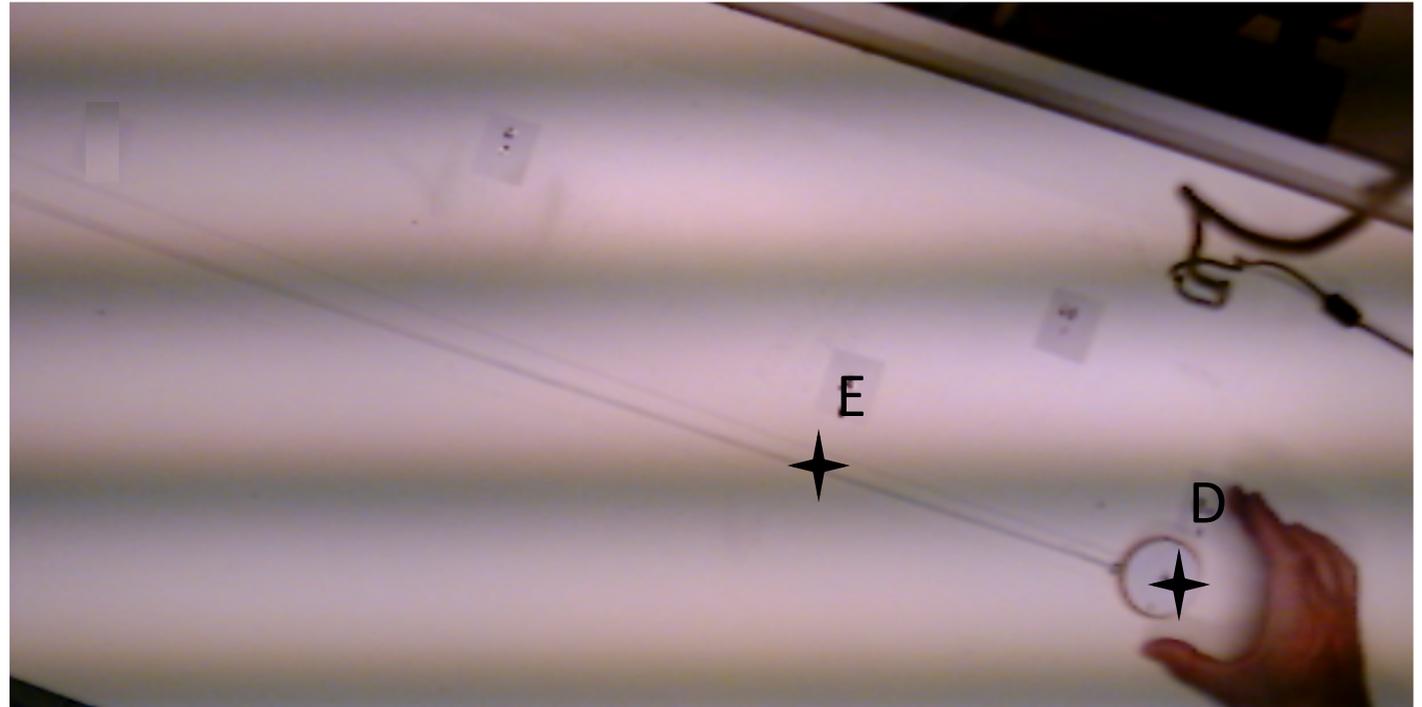


Quel lien existe-t-il entre les actions mécaniques exercées et le mouvement ?

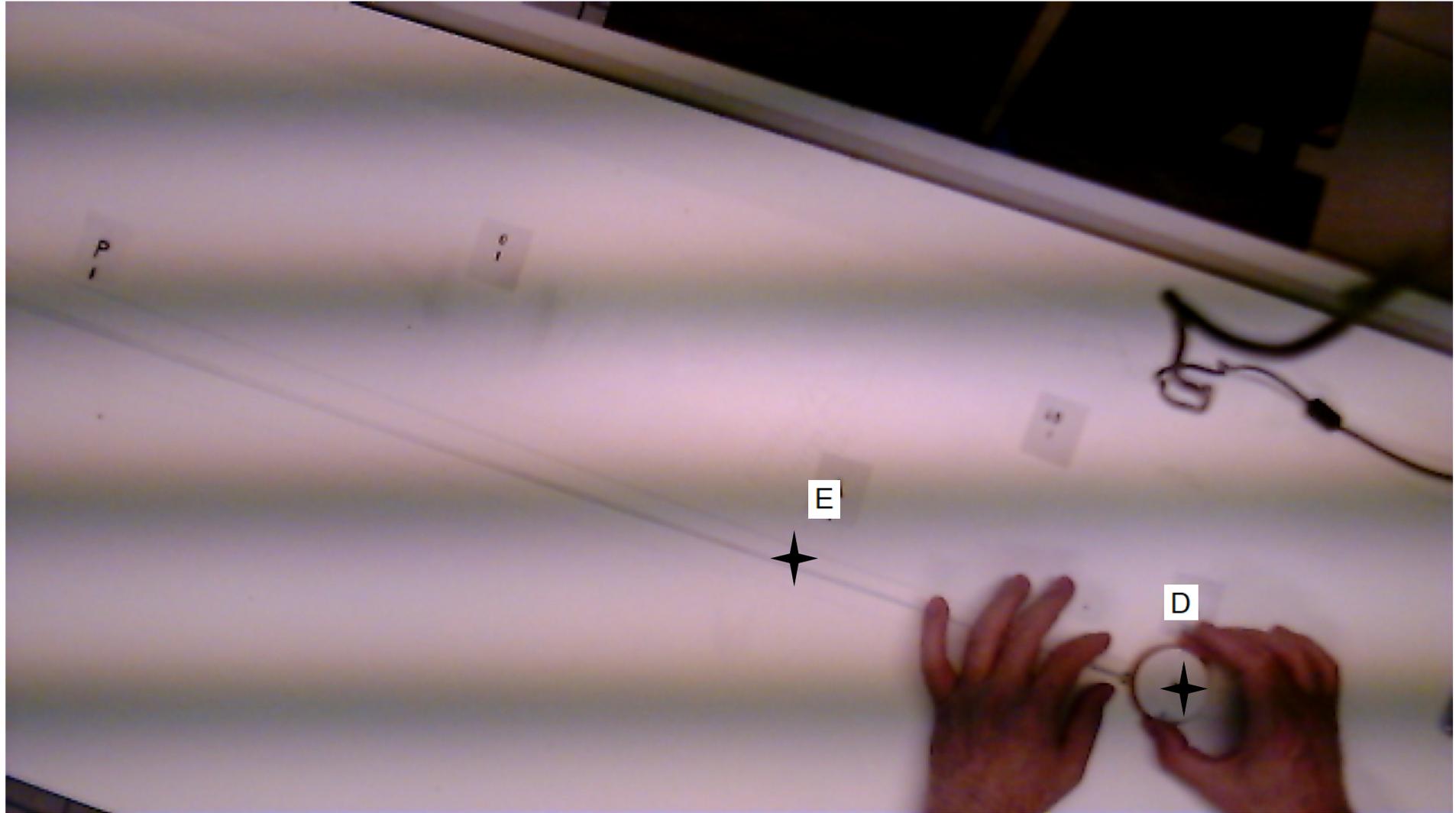
# Expérience modèle



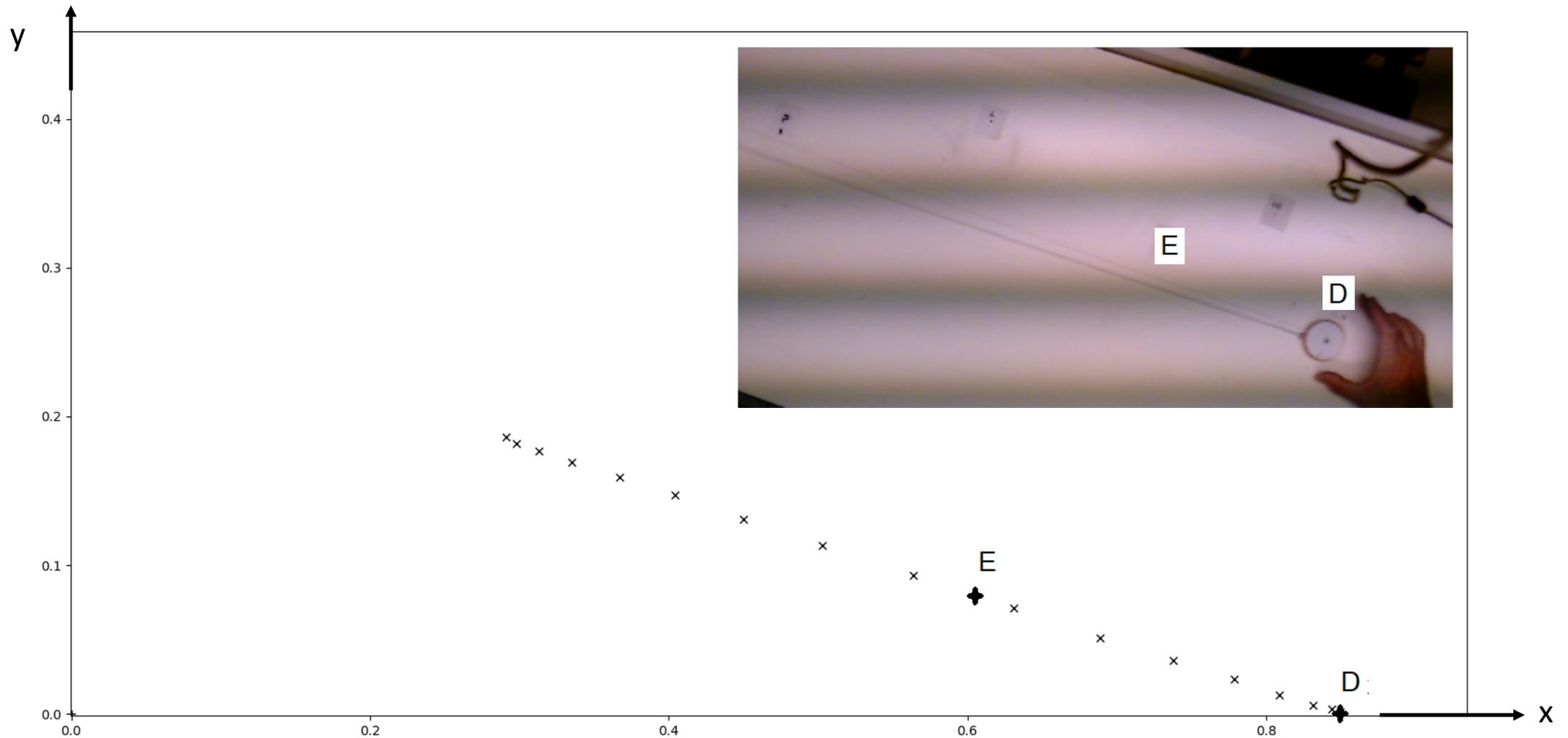
# Expérience modèle



# Expérience modèle



# Analyse du mouvement



Pour quelle raison le mouvement est-il ralenti lorsque la force de traction ne s'exerce plus ?

# Lien entre interactions et mouvement

Pour quelle raison le mouvement est-il ralenti lorsque la force de traction ne s'exerce plus ?

Hypothèses :

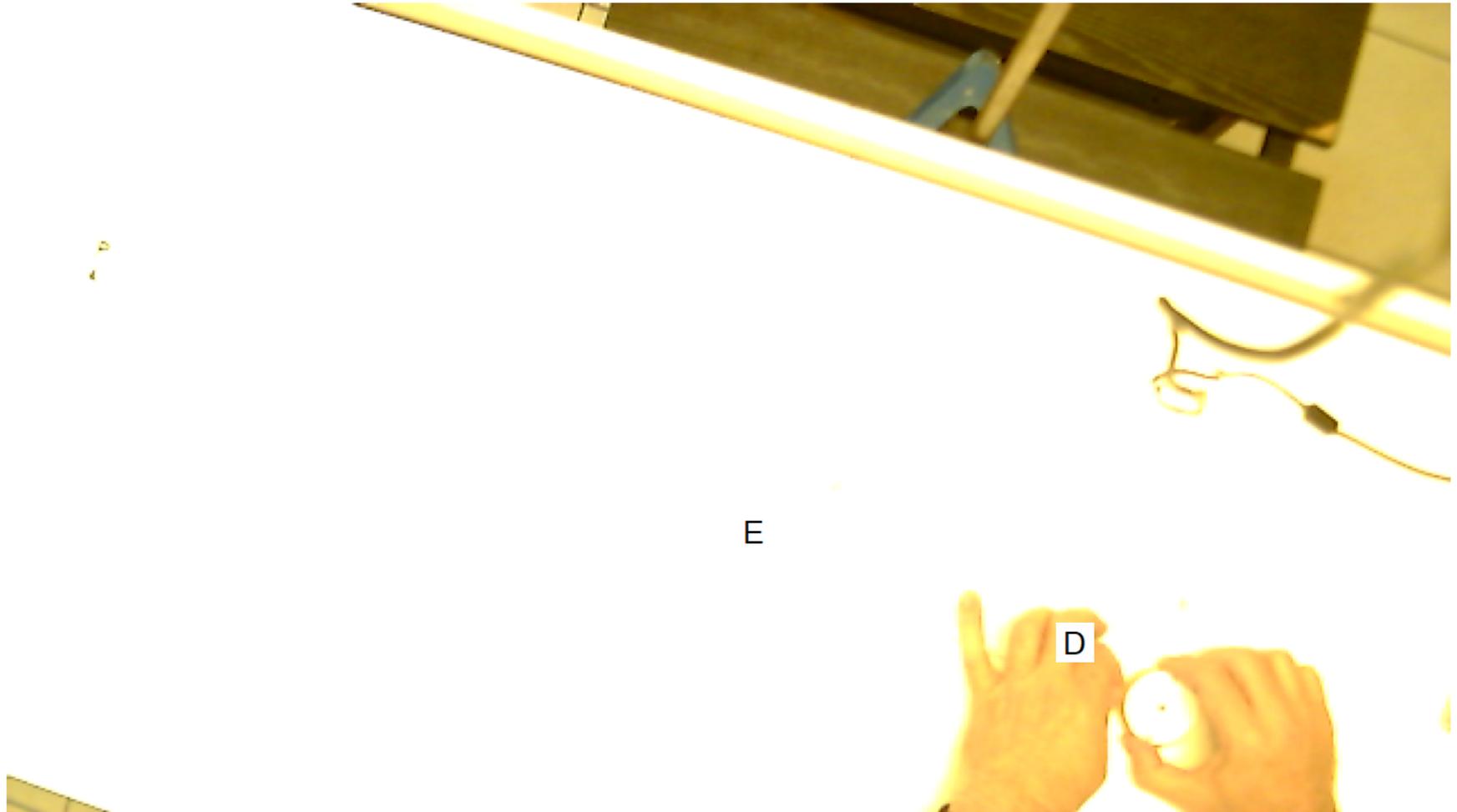
- Précisément parce qu'il n'y a plus de force pour le tirer !
- Parce qu'il y a des frottements

Pour tester ces hypothèses :

Réduire les frottements sans rien modifier de la force exercée

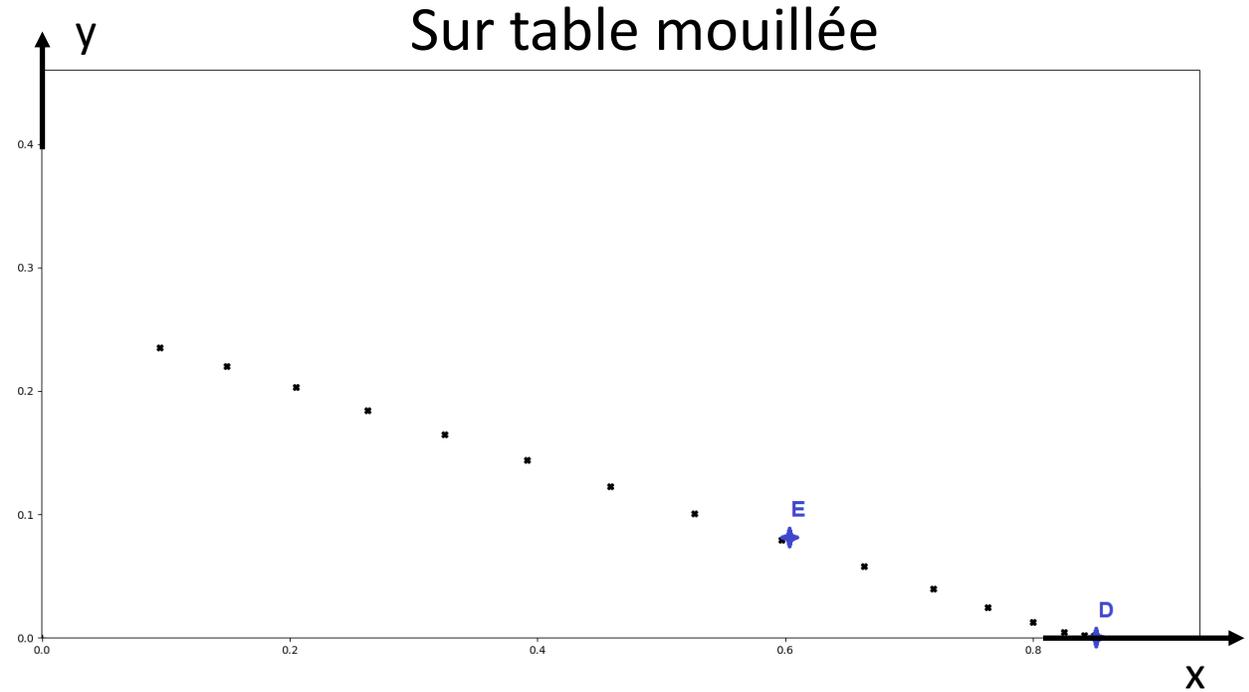
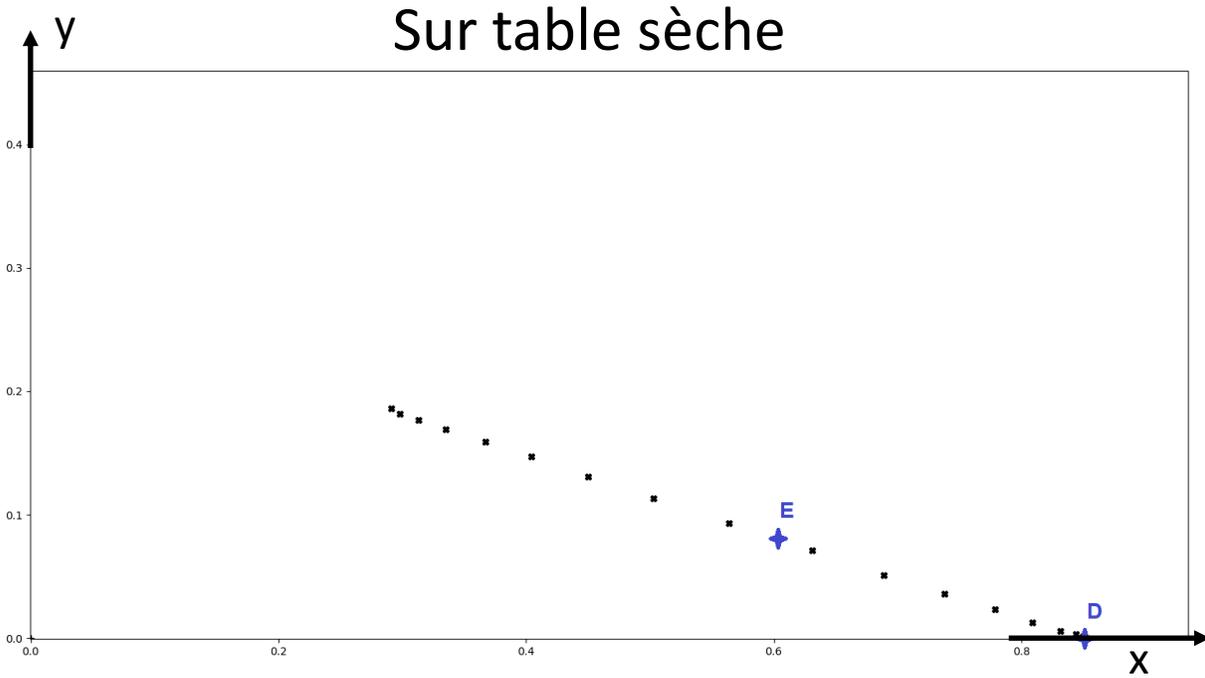
# Lien entre interactions et mouvement

Réduire les frottements sans rien modifier de la force exercée



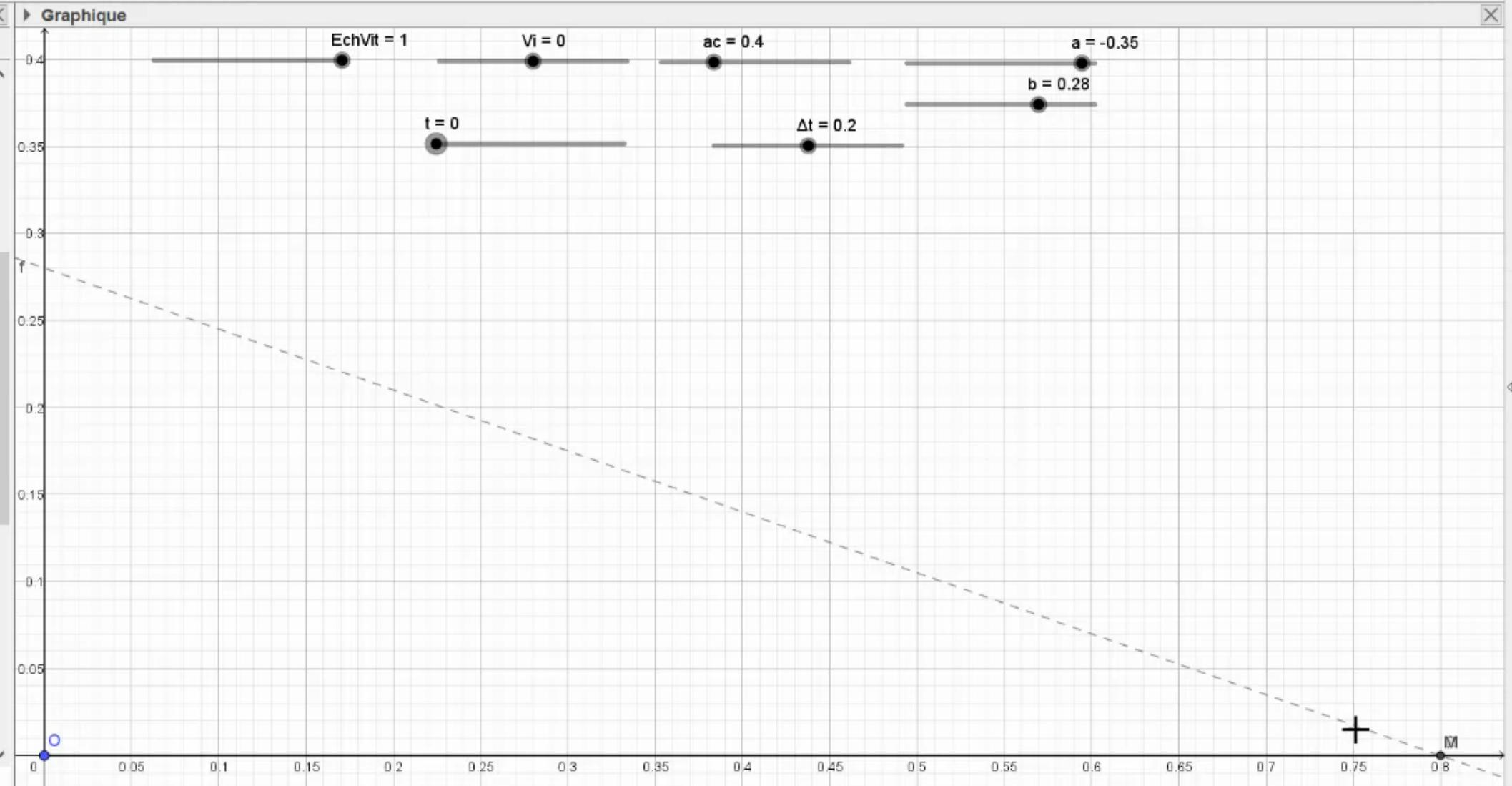
# Effet des frottements

Réduire les frottements sans rien modifier de la force exercée





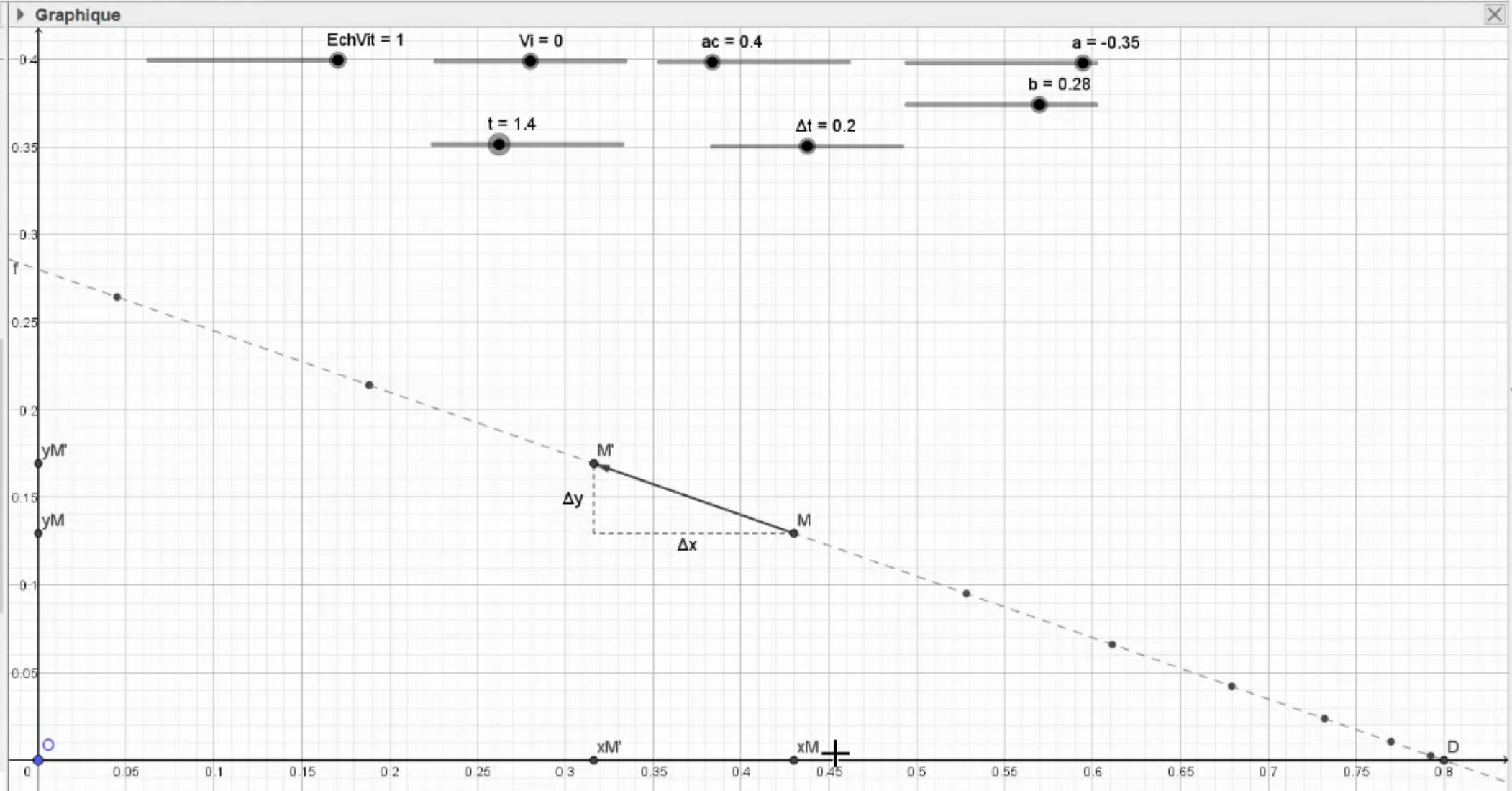
- Algèbre
- Graphique
- $K = (0.79, 0.27)$
  - $L = (0.71, 0.3)$
  - $M = (0.8, 0)$
  - $M' = (0.79, 0)$
  - $O = (0, 0)$
  - $P = (0.79, 0)$
  - $Q = (0.76, 0)$
  - $R = (0.76, 0.01)$
  - $S = (0.71, 0.27)$
  - $V_0 = (0, 0)$
  - $x_M = (0.8, 0)$
  - $x_{M'} = (0.79, 0)$
  - $y_M = (0, 0)$
  - $y_{M'} = (0, 0)$
  - Segment
    - $VM'_x = 0.08$
    - $VM'_y = 0.03$
    - $VM_x = 0$
    - $VM_y = 0$
    - $V_x = 0.04$
    - $V_y = 0.01$
    - $\Delta V_x = 0.08$
    - $\Delta V_y = 0.03$
    - $\Delta x = 0.01$
    - $\Delta y = 0$
  - Vecteur
    - $MM' = \begin{pmatrix} -0.01 \\ 0 \end{pmatrix}$
    - $OM = \begin{pmatrix} 0.8 \\ 0 \end{pmatrix}$





Algèbre

- $x_M = (0.43, 0)$
- $x_{M'} = (0.32, 0)$
- $y_M = (0, 0.13)$
- $y_{M'} = (0, 0.17)$
- Segment
  - $VM'_x = 0.6$
  - $VM'_y = 0.21$
  - $VM_x = 0.53$
  - $VM_y = 0.18$
  - $V_x = 0.57$
  - $V_y = 0.2$
  - $\Delta V_x = 0.08$
  - $\Delta V_y = 0.03$
  - $\Delta x = 0.11$
  - $\Delta y = 0.04$
- Vecteur
  - $MM' = \begin{pmatrix} -0.11 \\ 0.04 \end{pmatrix}$
  - $OM = \begin{pmatrix} 0.43 \\ 0.13 \end{pmatrix}$
  - $OM' = \begin{pmatrix} 0.32 \\ 0.17 \end{pmatrix}$
  - $VM = \begin{pmatrix} -0.53 \\ 0.18 \end{pmatrix}$
  - $VN = \begin{pmatrix} -0.6 \\ 0.21 \end{pmatrix}$
  - $V_{moy} = \begin{pmatrix} -0.57 \\ 0.2 \end{pmatrix}$

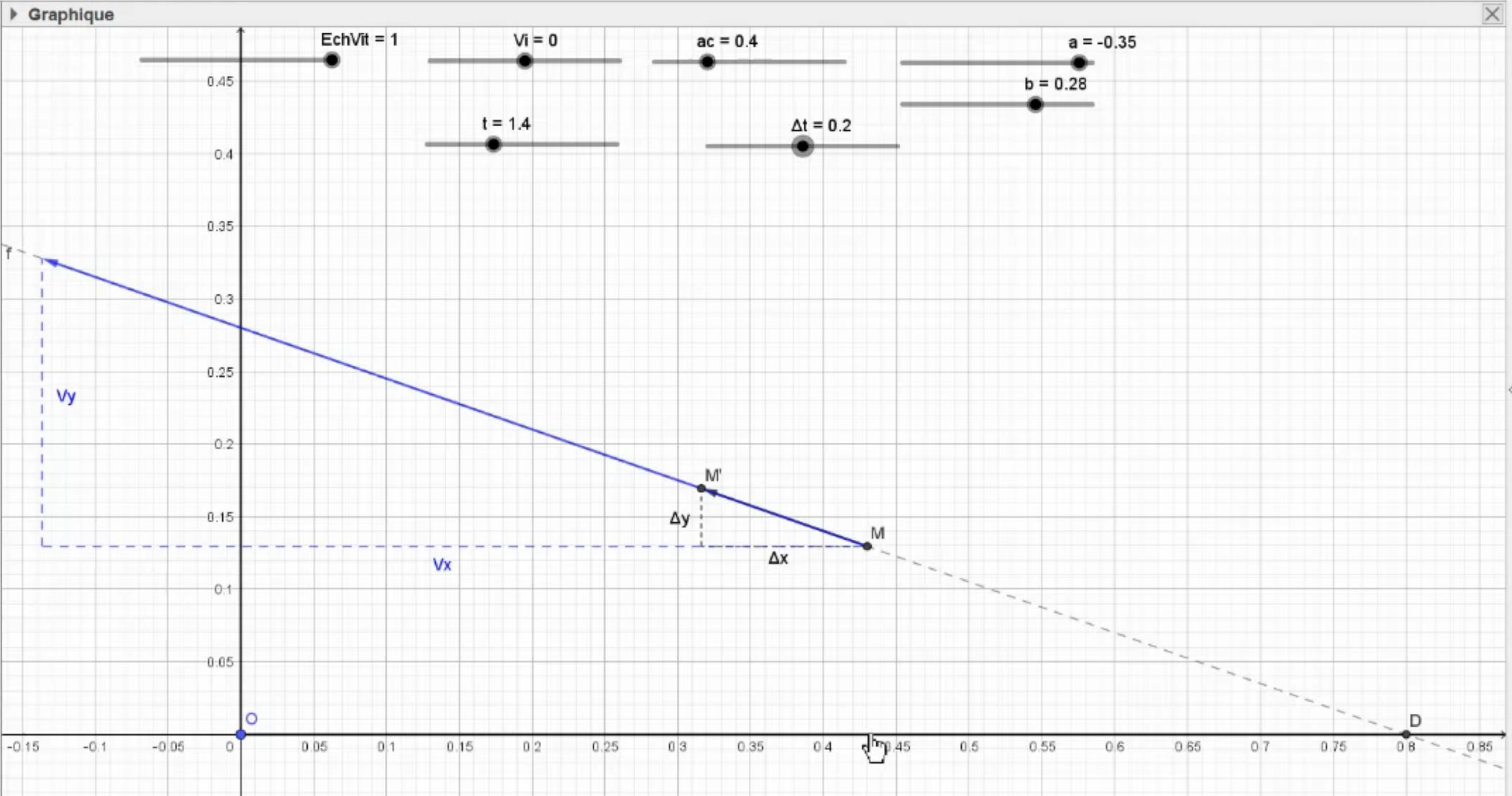


# Analyse fine du mouvement : vecteurs vitesse



Algèbre

- $x_M = (0.43, 0)$
- $x_{M'} = (0.32, 0)$
- $y_M = (0, 0.13)$
- $y_{M'} = (0, 0.17)$
- Segment
  - $VM'_x = 0.6$
  - $VM'_y = 0.21$
  - $VM_x = 0.53$
  - $VM_y = 0.18$
  - $V_x = 0.57$
  - $V_y = 0.2$
  - $\Delta V_x = 0.08$
  - $\Delta V_y = 0.03$
  - $\Delta x = 0.11$
  - $\Delta y = 0.04$
- Vecteur
  - $MM' = \begin{pmatrix} -0.11 \\ 0.04 \end{pmatrix}$
  - $OM = \begin{pmatrix} 0.43 \\ 0.13 \end{pmatrix}$
  - $OM' = \begin{pmatrix} 0.32 \\ 0.17 \end{pmatrix}$
  - $VM = \begin{pmatrix} -0.53 \\ 0.18 \end{pmatrix}$
  - $VM' = \begin{pmatrix} -0.6 \\ 0.21 \end{pmatrix}$
  - $V_{moy} = \begin{pmatrix} -0.57 \\ 0.2 \end{pmatrix}$
  - $\vec{1}$



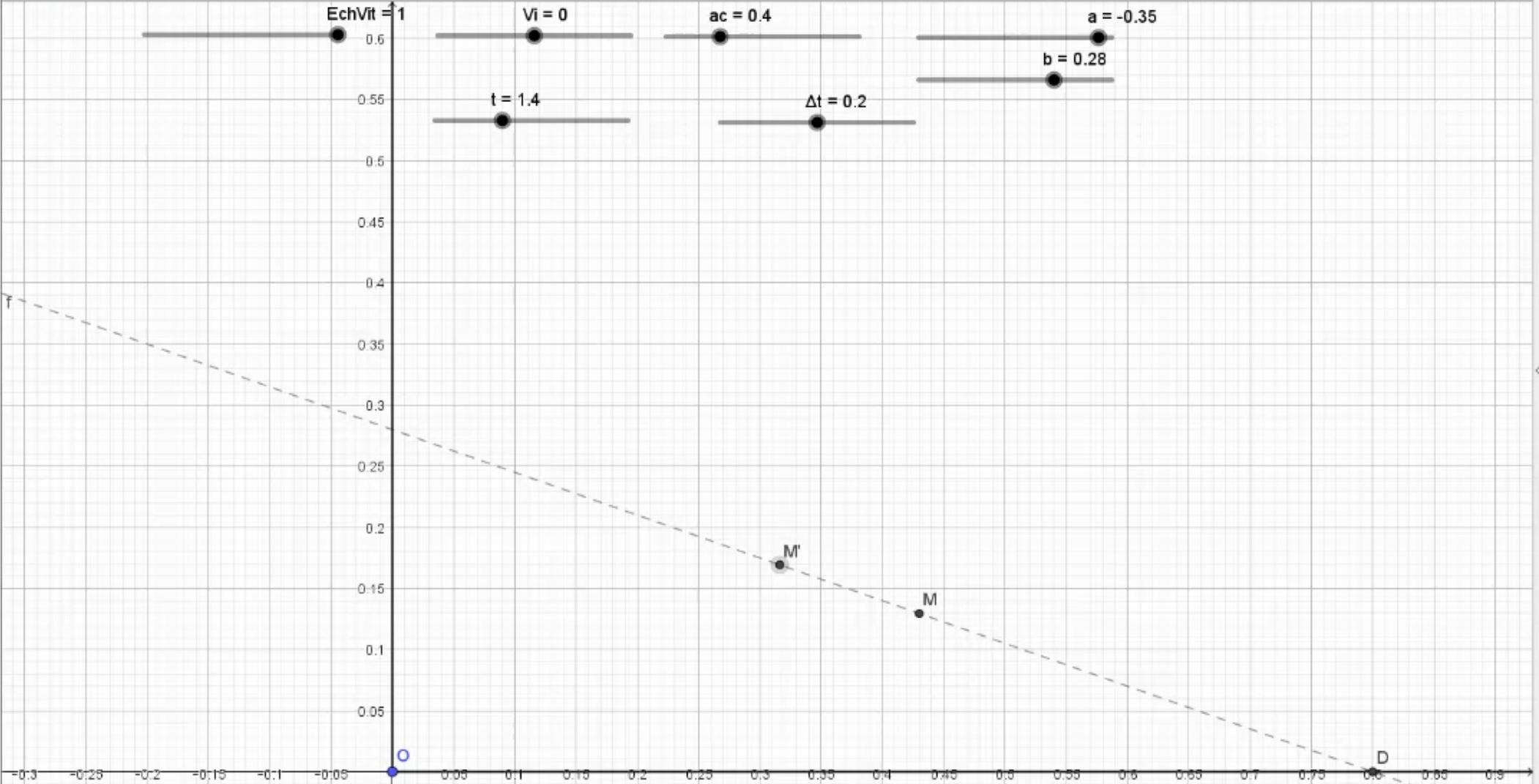
# Analyse fine du mouvement : variation du vecteur vitesse

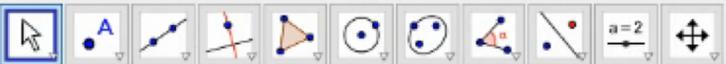


Algèbre

- $f_x$
- $L = (0.26, 0.46)$
- $F = (0, 0.28)$
- $G = (0.26, 0.27)$
- $H = (0.18, 0.27)$
- $K = (0.26, 0.46)$
- $L = (0.18, 0.48)$
- $M = (0.43, 0.13)$
- $M' = (0.32, 0.17)$
- $O = (0, 0)$
- $P = (0.32, 0.13)$
- $Q = (-0.14, 0.13)$
- $R = (-0.14, 0.33)$
- $S = (0.18, 0.46)$
- $V_0 = (0, 0)$
- $x_M = (0.43, 0)$
- $x_{M'} = (0.32, 0)$
- $y_M = (0, 0.13)$
- $y_{M'} = (0, 0.17)$
- Segment
  - $VM'x = 0.6$
  - $VM'y = 0.21$
  - $VMx = 0.53$
  - $VM_y = 0.18$
  - $V_x = 0.57$
  - $V_y = 0.2$
  - $\Delta V_x = 0.08$
  - $\Delta V_y = 0.03$
  - $\Delta x = 0.11$
  - $\Delta y = 0.04$
- Vecteur
  - $MM' = \begin{pmatrix} -0.11 \\ 0.04 \end{pmatrix}$

Graphique

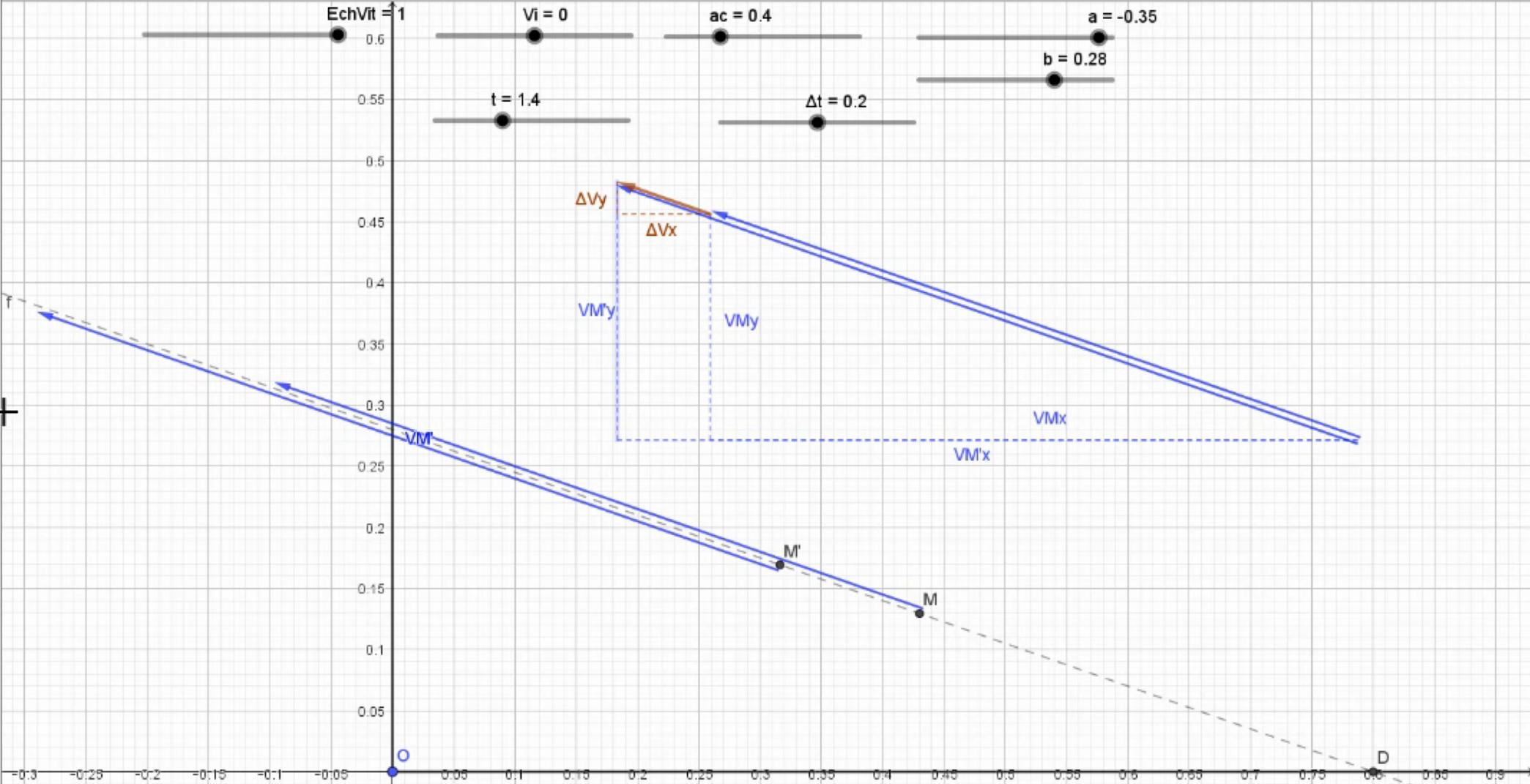




Algèbre

- $f_x$
- $x_M = (0.43, 0)$
- $x_{M'} = (0.32, 0)$
- $y_M = (0, 0.13)$
- $y_{M'} = (0, 0.17)$
- Segment
- $VM'_x = 0.6$
- $VM'_y = 0.21$
- $VM_x = 0.53$
- $VM_y = 0.18$
- $V_x = 0.57$
- $V_y = 0.2$
- $\Delta V_x = 0.08$
- $\Delta V_y = 0.03$
- $\Delta x = 0.11$
- $\Delta y = 0.04$
- Vecteur
- $MM' = \begin{pmatrix} -0.11 \\ 0.04 \end{pmatrix}$
- $OM = \begin{pmatrix} 0.43 \\ 0.13 \end{pmatrix}$
- $OM' = \begin{pmatrix} 0.32 \\ 0.17 \end{pmatrix}$
- $VM = \begin{pmatrix} -0.53 \\ 0.18 \end{pmatrix}$
- $VM' = \begin{pmatrix} -0.6 \\ 0.21 \end{pmatrix}$
- $V_{moy} = \begin{pmatrix} -0.57 \\ 0.2 \end{pmatrix}$
- $i = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$

Graphique



# Analyse fine du mouvement : une méthode numérique efficace

```
# Création des listes t, X et Y de dates, d'abscisses et d'ordonnées
```

```
t = []
```

```
X = []
```

```
Y = []
```

```
for r in range(3, nlines):
```

```
    t += [feuille_1.cell_value(rowx=r, colx=0)]
```

```
    X += [feuille_1.cell_value(rowx=r, colx=1)]
```

```
    Y += [feuille_1.cell_value(rowx=r, colx=2)]
```

```
" calculs des coordonnées de la vitesse au point i-1 "
```

```
Vx1 = (X[i]-X[i-2])/(t[i]-t[i-2])
```

```
Vy1 = (Y[i]-Y[i-2])/(t[i]-t[i-2])
```

```
" calculs des coordonnées de la vitesse au point i+1 "
```

```
Vx2 = (X[i+2]-X[i])/(t[i+2]-t[i])
```

```
Vy2 = (Y[i+2]-Y[i])/(t[i+2]-t[i])
```

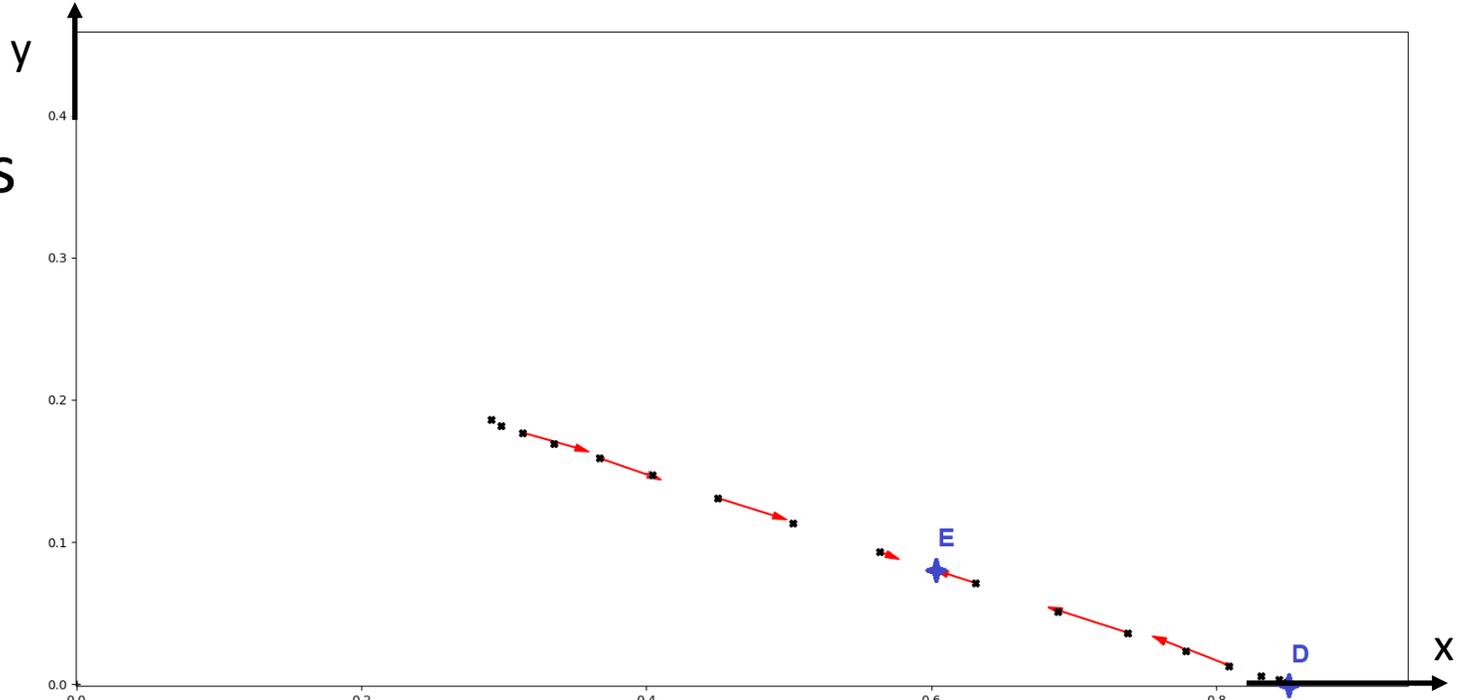
```
" Calculs des coordonnées de la variation de vitesse au point i "
```

```
DeltaVx = Vx2-Vx1
```

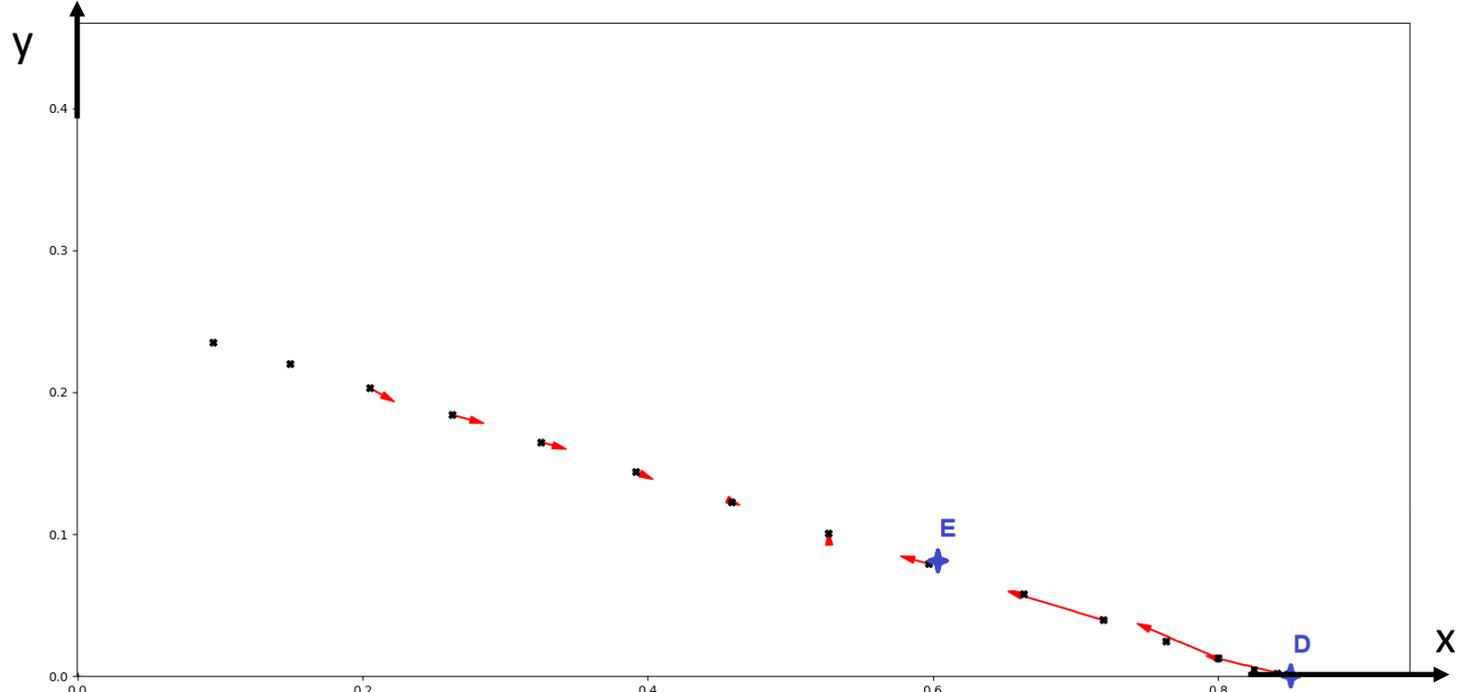
```
DeltaVy = Vy2-Vy1
```

# Variation du vecteur vitesse dans les expériences modèles

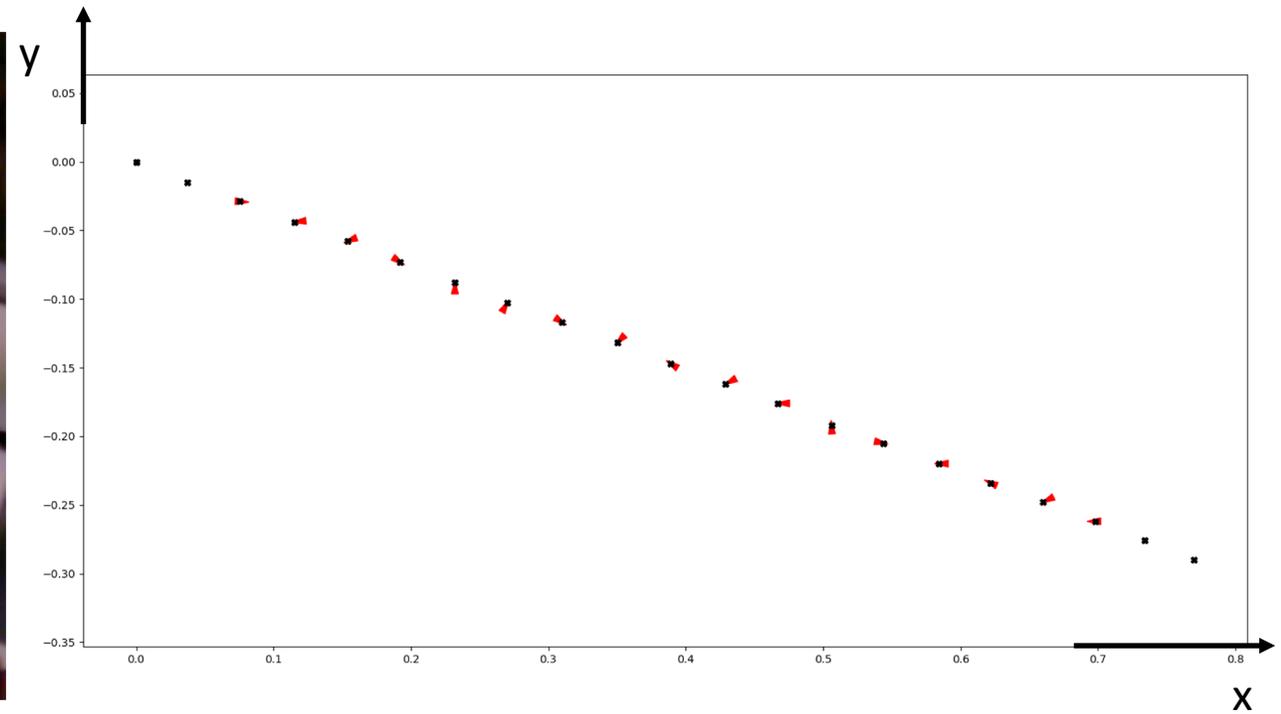
Sur table sèche



Sur table mouillée



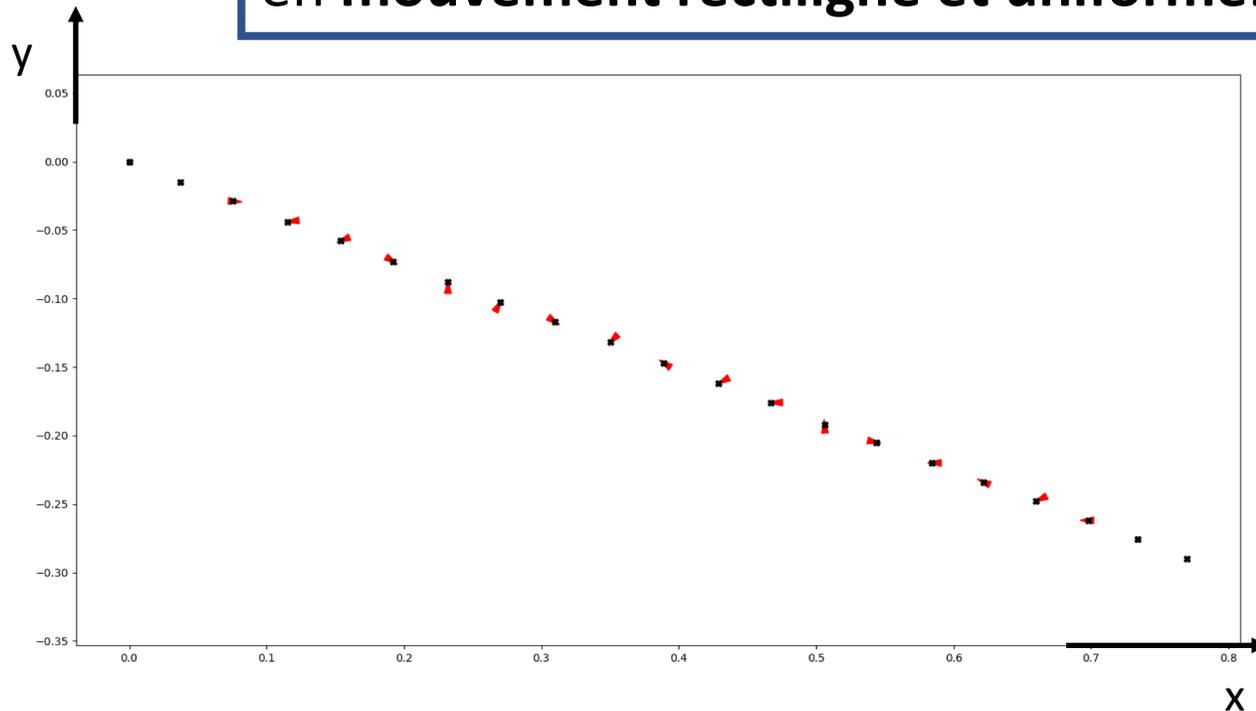
Une situation où il n'y aurait (presque) plus de frottements



# Lien entre somme des forces exercées et variation de vitesse

Mise en perspective avec **le principe d'inertie** :

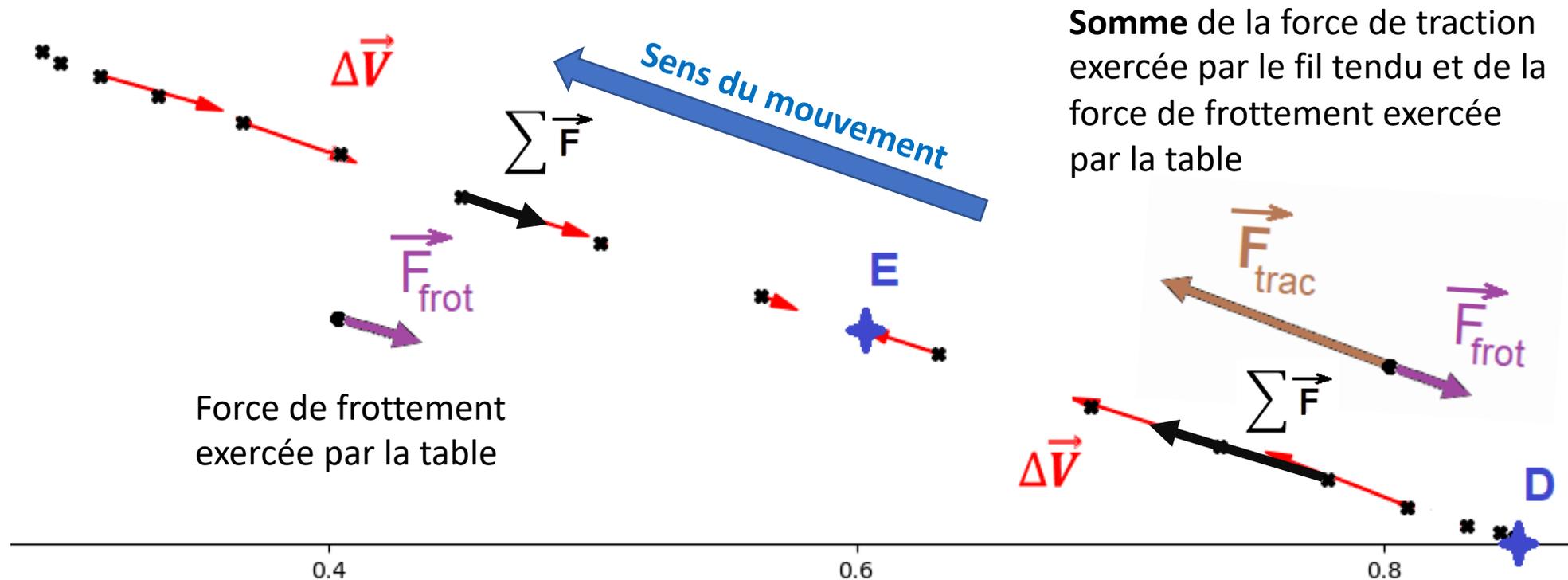
« Un système modélisé par un point matériel, soumis à aucune force ou à des forces qui se compensent, est, soit au repos, soit en **mouvement rectiligne et uniforme**. »



Confirme que les frottements ont été fortement réduits.

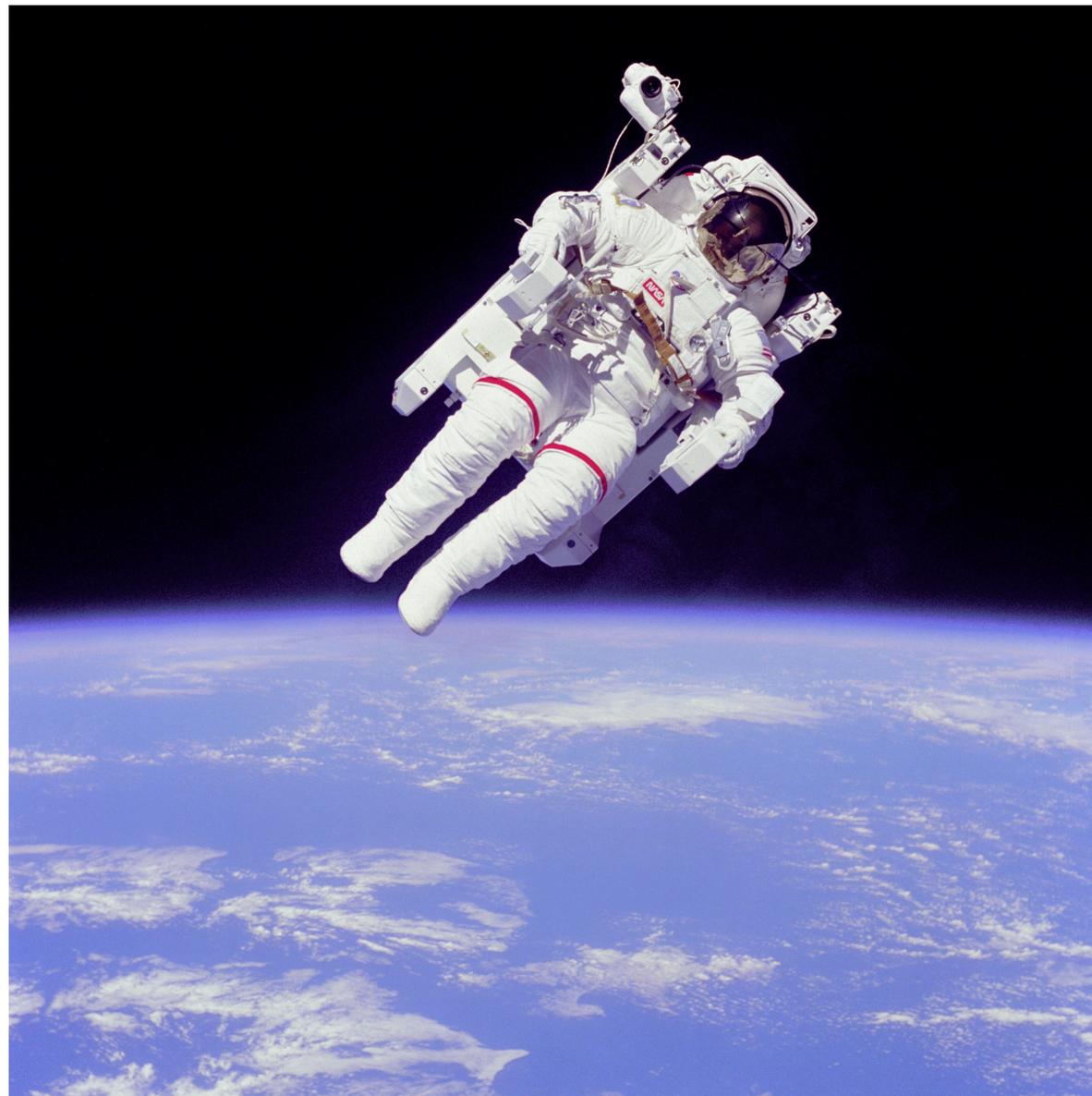
# Lien entre somme des forces exercées et variation de vitesse

Sur table sèche



**Le vecteur variation de vitesse est de même direction et de même sens que la somme des forces exercées.**

Gagner le championnat du monde de ventrigrisse



Pour aller plus loin :  
relation entre somme des forces exercées et variation de vitesse



Pour aller plus loin :

relation entre somme des forces exercées et variation de vitesse

Pour un point matériel de masse  $m$  sur lequel s'exerce la somme des forces  $\sum \vec{F}$  :

$$\sum \vec{F} \text{ est reliée à } m \times \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$[F] = [m] \cdot [\Delta V] \cdot [\Delta t]^{-1}$$

$$N = kg \cdot m \cdot s^{-1} \cdot s^{-1}$$

$$N = kg \cdot m \cdot s^{-2}$$

Nous allons tester cette relation dans le cas du lancé franc visionné

# Construction de $\frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$

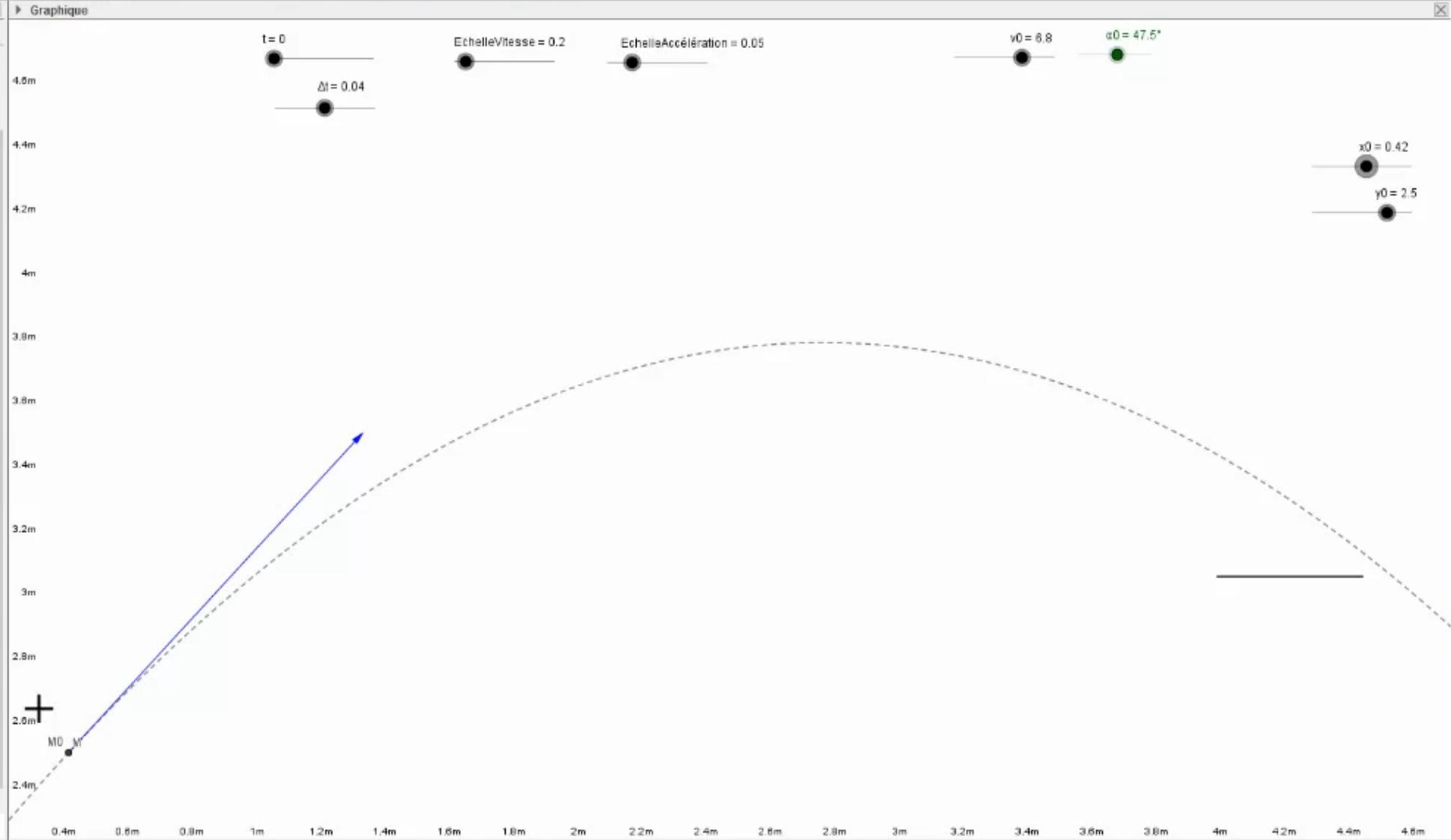
Fichier Éditer Affichage Options Outils Fenêtre Aide

Sélectionner  Déplacer  Copier  Coller  Effacer  Réinitialiser  Aide

Déplacer  
Déplacer/Sélectionner Objets

Algèbre

- Droite
- a<sub>1</sub>:  $x = v_0 \cos(\alpha_0) t + x_0$
- b:  $y = -0.5g t^2 + v_0 \sin(\alpha_0) t + y_0$
- d:  $x = v_0 \cos(\alpha_0) (t + \Delta t) + x_0$
- e:  $y = -0.5g (t + \Delta t)^2 + v_0 \sin(\alpha_0) (t + \Delta t) + y_0$
- Nombre
- EchelleAccélération = 0.05
- EchelleVitesse = 0.2
- g = 9.81
- t = 0
- v<sub>0</sub> = 6.8
- x<sub>0</sub> = 0.42
- y<sub>0</sub> = 2.5
- Δt = 0.04
- Point
- A = (1.26, 2.8)
- B = Point M + VM i
- C = Point B + VM j
- D = Point A + VM
- E = (4, 3.05)
- F = (4.45, 3.05)
- M = Intersection de a<sub>1</sub> et b
- M<sub>0</sub> = (x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>)
- M' = Intersection de d et e
- O = (0, 0)
- X = Point O + OM i
- Y = Point O + OM j
- Segment
- t = Segment [EF]
- vx = Segment [MB]
- vy = Segment [BC]
- Vecteur
- OM = Vecteur(O, M)
- OM' = Vecteur(O, M')
- VM = (v<sub>0</sub> cos(α<sub>0</sub>)) i + (-g t) j
- VM' = (v<sub>0</sub> cos(α<sub>0</sub>)) i + (-g (t + Δt)) j
- a = repa
- amoy = ΔV / EchelleVitesse
- i = (1, 0)
- j = (0, 1)
- repVM = VM
- repVM' = VM'
- repa = EchelleAccélération
- repΔV = ΔV
- vi = v<sub>0</sub> (cos(α<sub>0</sub>)) i + sin(α<sub>0</sub>) j
- vmoy = ΔOM / Δt EchelleVitesse
- ΔOM = OM' - OM
- ΔV = VM' - VM



Tableau

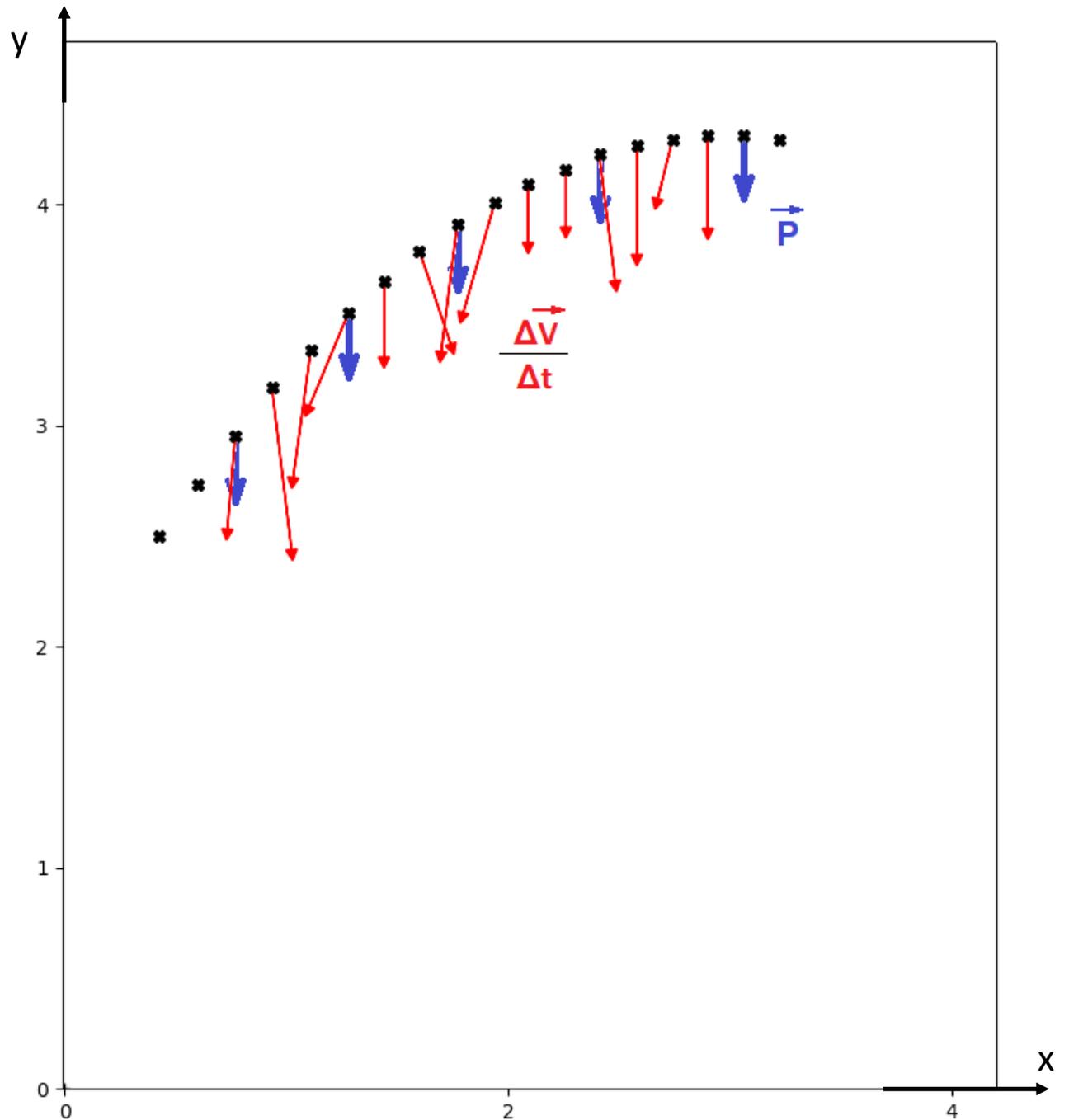
|    | A | B |
|----|---|---|
| 1  |   |   |
| 2  |   |   |
| 3  |   |   |
| 4  |   |   |
| 5  |   |   |
| 6  |   |   |
| 7  |   |   |
| 8  |   |   |
| 9  |   |   |
| 10 |   |   |
| 11 |   |   |
| 12 |   |   |
| 13 |   |   |
| 14 |   |   |
| 15 |   |   |
| 16 |   |   |
| 17 |   |   |
| 18 |   |   |
| 19 |   |   |
| 20 |   |   |
| 21 |   |   |
| 22 |   |   |
| 23 |   |   |
| 24 |   |   |
| 25 |   |   |
| 26 |   |   |
| 27 |   |   |
| 28 |   |   |
| 29 |   |   |
| 30 |   |   |
| 31 |   |   |
| 32 |   |   |
| 33 |   |   |
| 34 |   |   |

Test de la relation entre  $\sum \vec{F}$  et  $m \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$

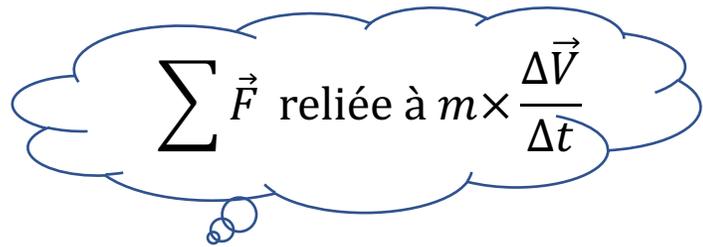
$$\sum \vec{F} \text{ reliée à } m \times \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

Etude de la valeur de  $\frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$  à partir  
des 14 mesures effectuées :

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = (10 \pm 2) \text{ m.s}^{-2}$$



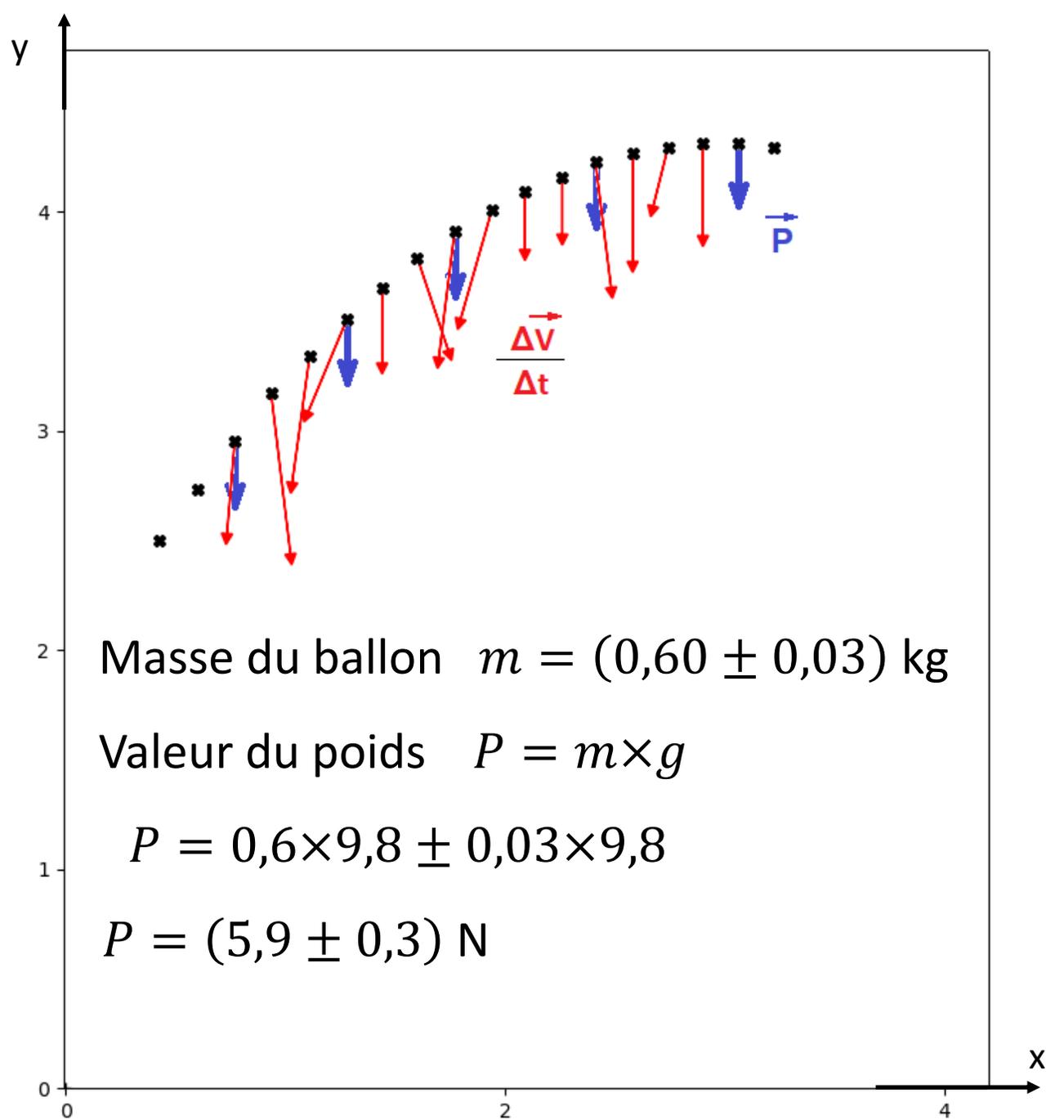
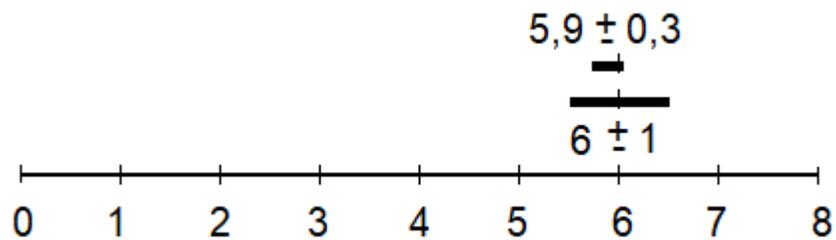
Test de la relation entre  $\sum \vec{F}$  et  $m \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$



$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = (10 \pm 2) \text{ m.s}^{-2}$$

$$m \times \frac{\Delta V}{\Delta t} = (6 \pm 1) \text{ kg.m.s}^{-2}$$

$$m \times \frac{\Delta V}{\Delta t} = (6 \pm 1) \text{ N}$$



Test de la relation entre  $\sum \vec{F}$  et  $m \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$

Dans le cas où seul le poids est exercé :

$$\vec{P} = m \times \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

Généralisation en spécialité de terminale

$$\sum \vec{F} = m \times \vec{a}$$

Déplacer  
Déplacer/Sélectionner Objets

Algèbre

Graphique

Droite  
  $a_1: x = v_0 \cos(\alpha_0) t + x_0$   
  $b: y = -0.5g t^2 + v_0 \sin(\alpha_0) t + y_0$   
  $d: x = v_0 \cos(\alpha_0) (t + \Delta t)$   
  $e: y = -0.5g (t + \Delta t)^2 + v_0 \sin(\alpha_0) (t + \Delta t) + y_0$

Nombre

EchelleAccélération = 0.05  
 EchelleVitesse = 0.2  
  $g = 9.81$   
  $t = 0$   
  $v_0 = 6.75$   
  $x_0 = 0.42$   
  $y_0 = 2.5$   
  $\Delta t = 0.04$

Point

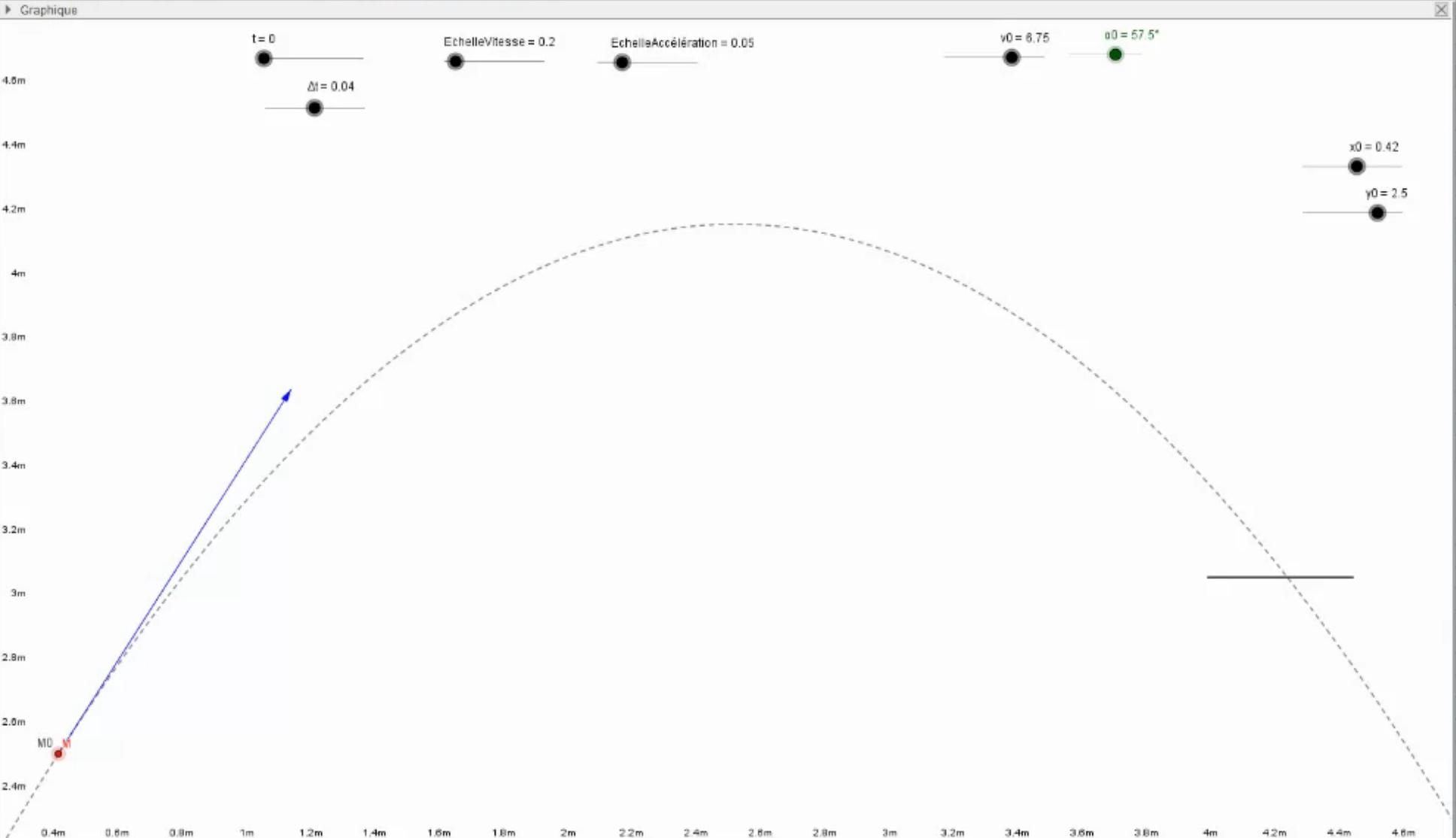
$A = (1.26, 2.8)$   
  $B = \text{Point } M + \text{VM } i$   
  $C = \text{Point } B + \text{VM } j$   
  $D = \text{Point } A + \text{VM}$   
  $E = (4, 3.05)$   
  $F = (4.45, 3.05)$   
  $M = \text{Intersection de } a_1 \text{ et } b$   
  $M_0 = (x_0, y_0)$   
  $M' = \text{Intersection de } d \text{ et } e$   
  $O = (0, 0)$   
  $X = \text{Point } O + \text{OM } i$   
  $Y = \text{Point } O + \text{OM } j$

Segment

$t = \text{Segment } [EF]$   
  $v_x = \text{Segment } [MB]$   
  $v_y = \text{Segment } [BC]$

Vecteur

$OM = \text{Vecteur}(O, M)$   
  $OM' = \text{Vecteur}(O, M')$   
  $VM = (v_0 \cos(\alpha_0) i + (-g) t j)$   
  $VM' = (v_0 \cos(\alpha_0) i + (-g) (t + \Delta t) j)$   
  $a = \text{repa}$   
  $amoy = \Delta V / \text{EchelleVitesse}$   
  $i = (1, 0)$   
  $j = (0, 1)$   
  $repVM = VM$   
  $repVM' = VM'$   
  $repa = \text{EchelleAccélération} \cdot a$   
  $rep\Delta V = \Delta V$   
  $vi = v_0 (\cos(\alpha_0) i + \sin(\alpha_0) j)$   
  $vmoy = \Delta OM / \Delta t \cdot \text{EchelleVitesse}$   
  $\Delta OM = OM' - OM$   
  $\Delta V = VM' - VM$



Tableau

|    | A | B |
|----|---|---|
| 1  |   |   |
| 2  |   |   |
| 3  |   |   |
| 4  |   |   |
| 5  |   |   |
| 6  |   |   |
| 7  |   |   |
| 8  |   |   |
| 9  |   |   |
| 10 |   |   |
| 11 |   |   |
| 12 |   |   |
| 13 |   |   |
| 14 |   |   |
| 15 |   |   |
| 16 |   |   |
| 17 |   |   |
| 18 |   |   |
| 19 |   |   |
| 20 |   |   |
| 21 |   |   |
| 22 |   |   |
| 23 |   |   |
| 24 |   |   |
| 25 |   |   |
| 26 |   |   |
| 27 |   |   |
| 28 |   |   |
| 29 |   |   |
| 30 |   |   |
| 31 |   |   |
| 32 |   |   |
| 33 |   |   |
| 34 |   |   |

# Confrontation simulation numérique et expérience

