

Gautier Ben Aïm

La Brachistochrone Réelle

Informatique et Physique

Contexte historique

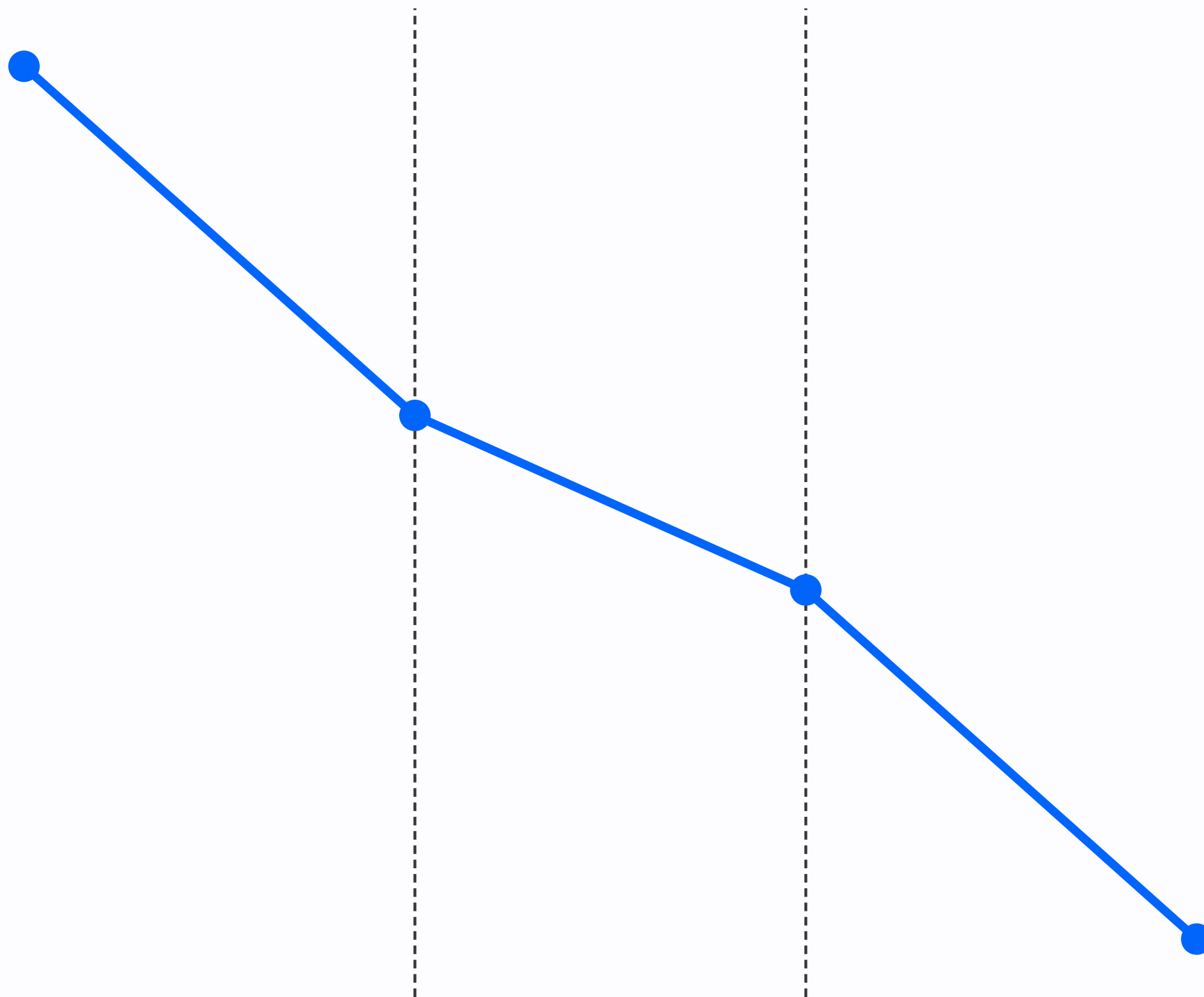
- **1638**, Galilée
- **1696**, Jean Bernoulli
- **1975**, Ashby, Brittin, Love et Wyss
- **1998**, Aleksey Parnovski

La Brachistochrone Réelle

*Comment construire le meilleur toboggan
à l'aide d'un algorithme ?*

Plan de la présentation

1. Création de l'algorithme
2. Construction du meilleur toboggan



Ligne 25

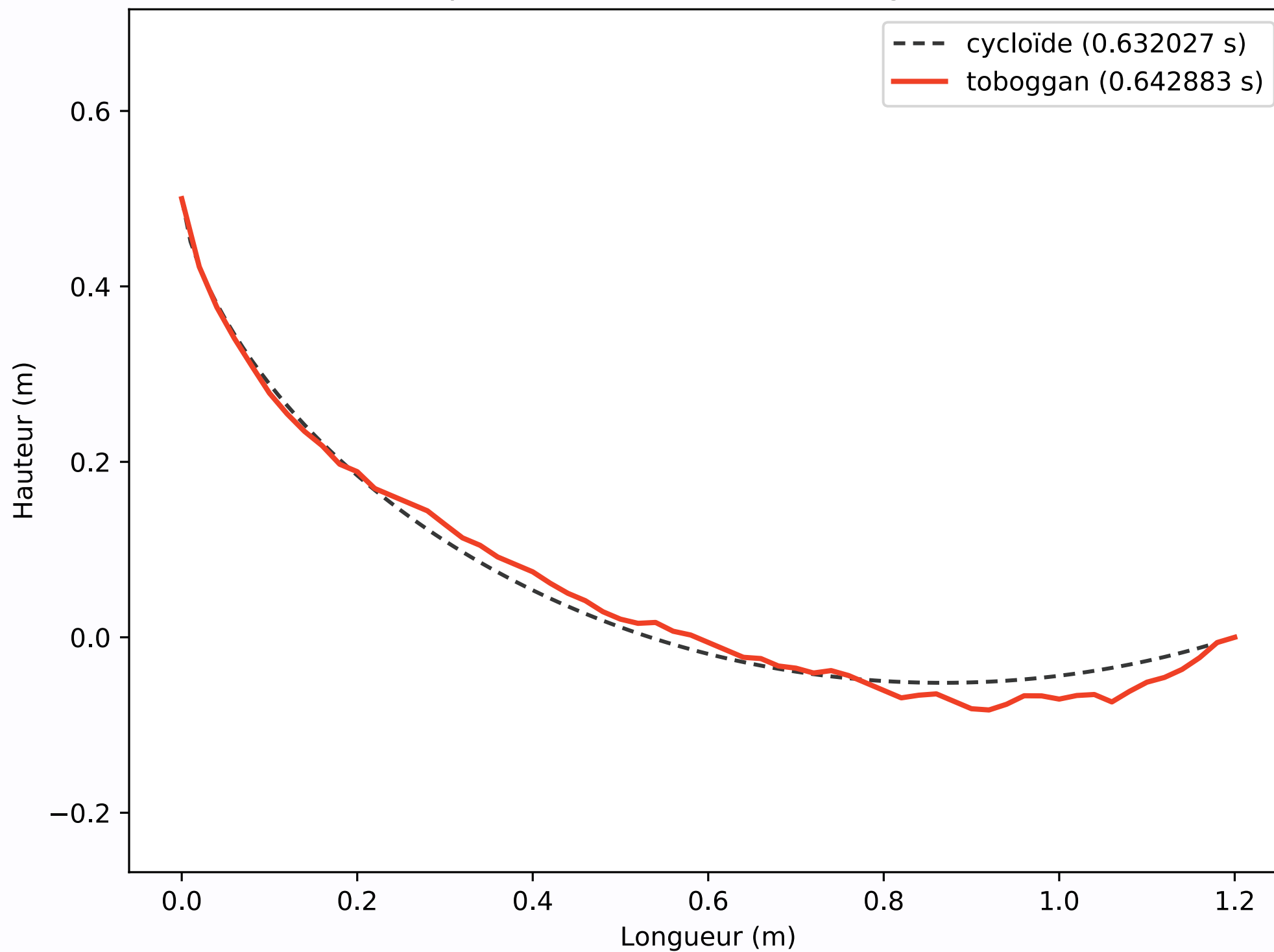
Méthode d'Euler

$$\begin{pmatrix} x \\ \dot{x} \end{pmatrix}_{t+dt} \approx \begin{pmatrix} x \\ \dot{x} \end{pmatrix}_t + \begin{pmatrix} \dot{x} \\ \frac{\sum F_{ext}}{m} \end{pmatrix}_t dt$$

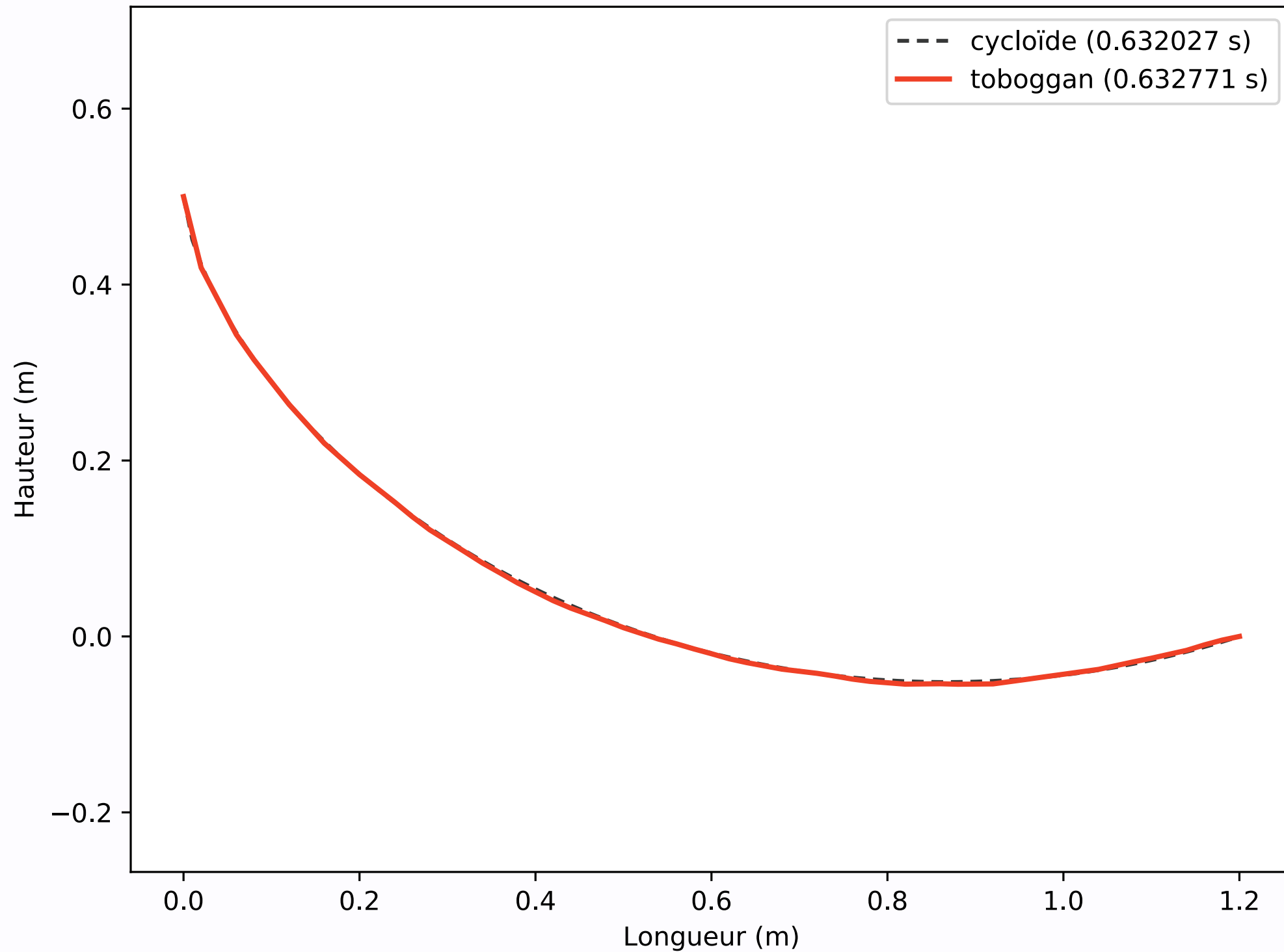
Algorithme génétique

- Évolution — mutation et croisement
- Sélection

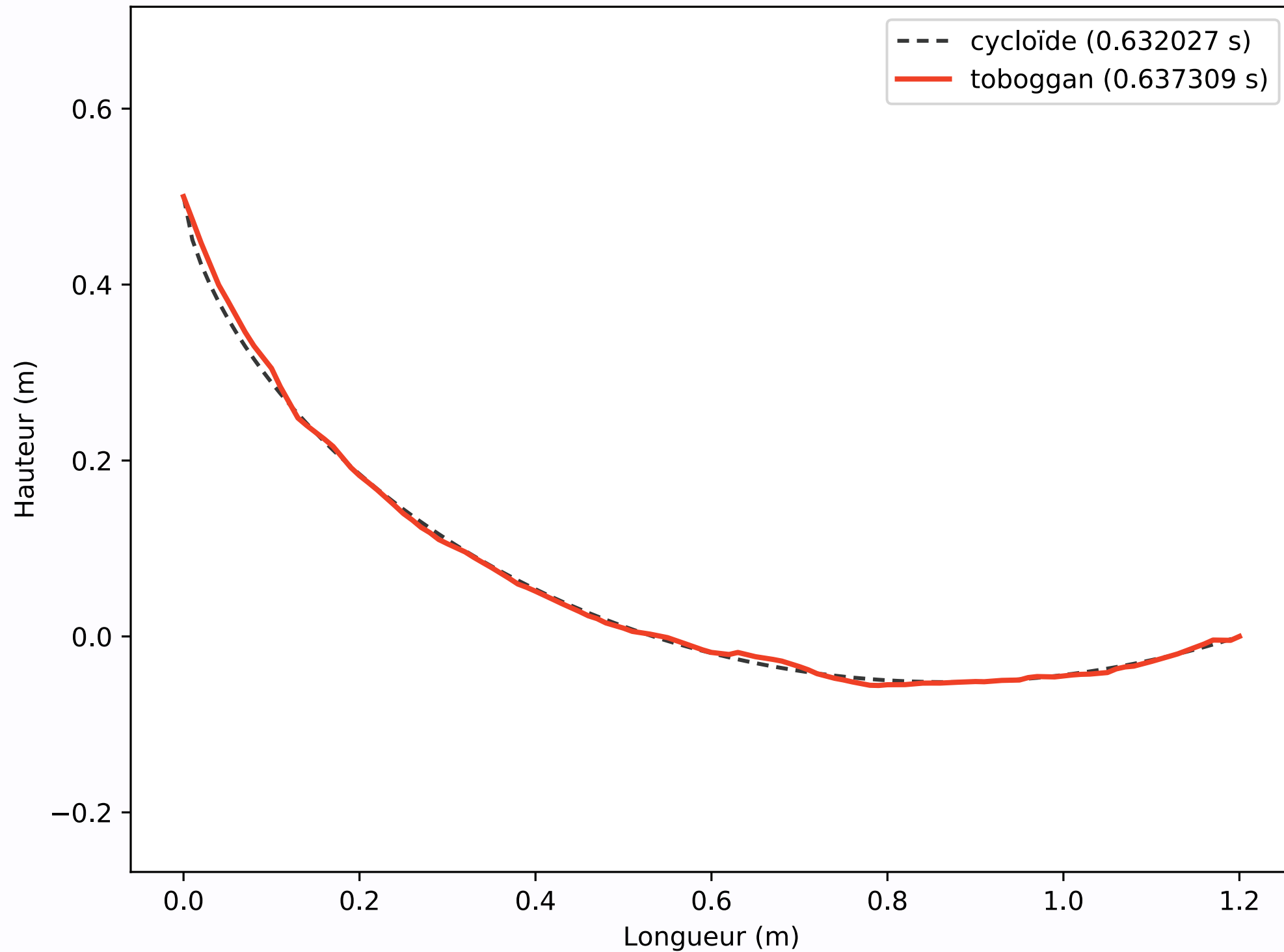
Version initiale, 61 pts, 10 sélectionnés, creusage 4/5 et croisement 1/5



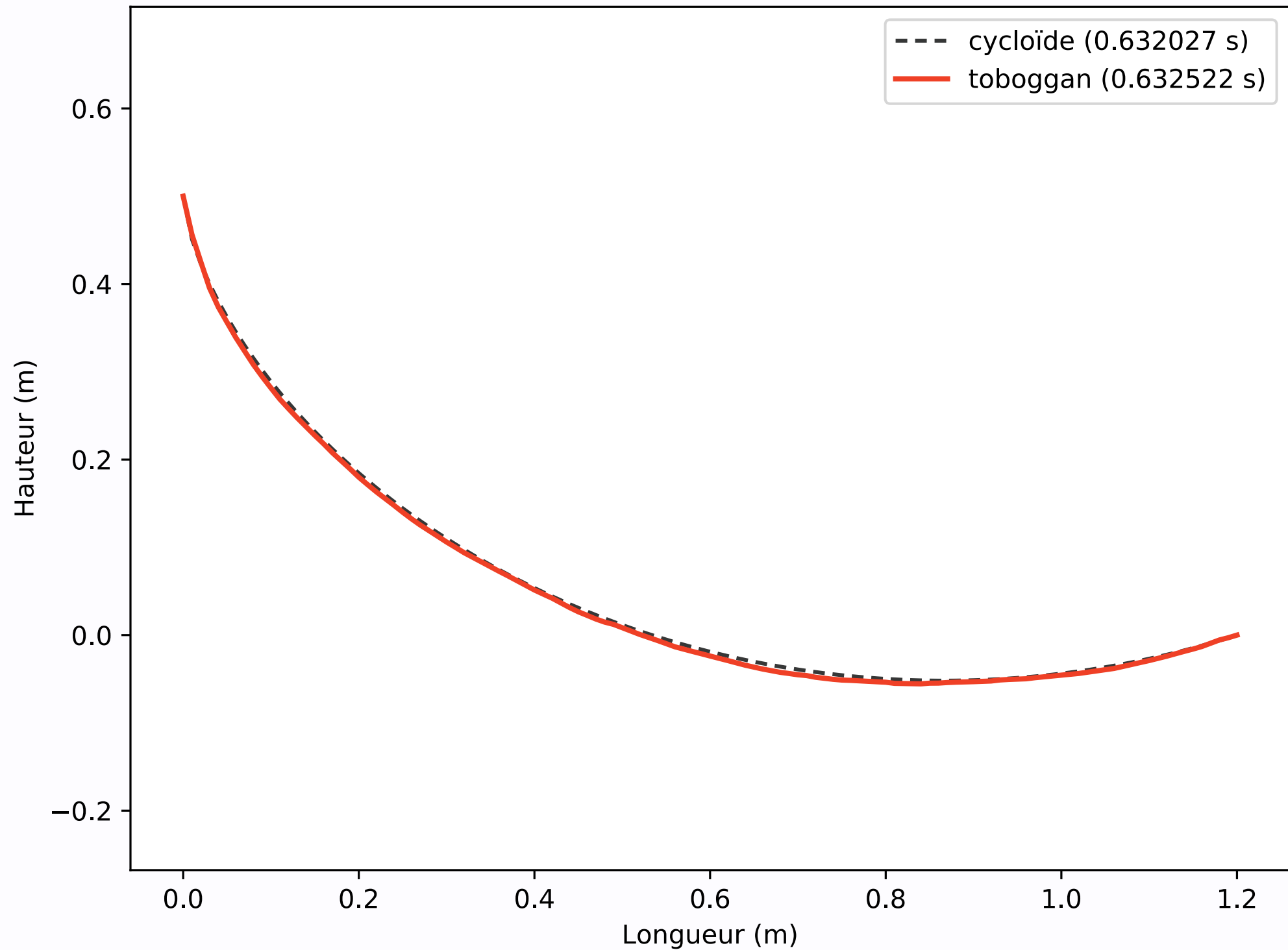
Après changement des paramètres, 61 pts, 1 sélectionné, creusage 5/6 et lissage 1/6



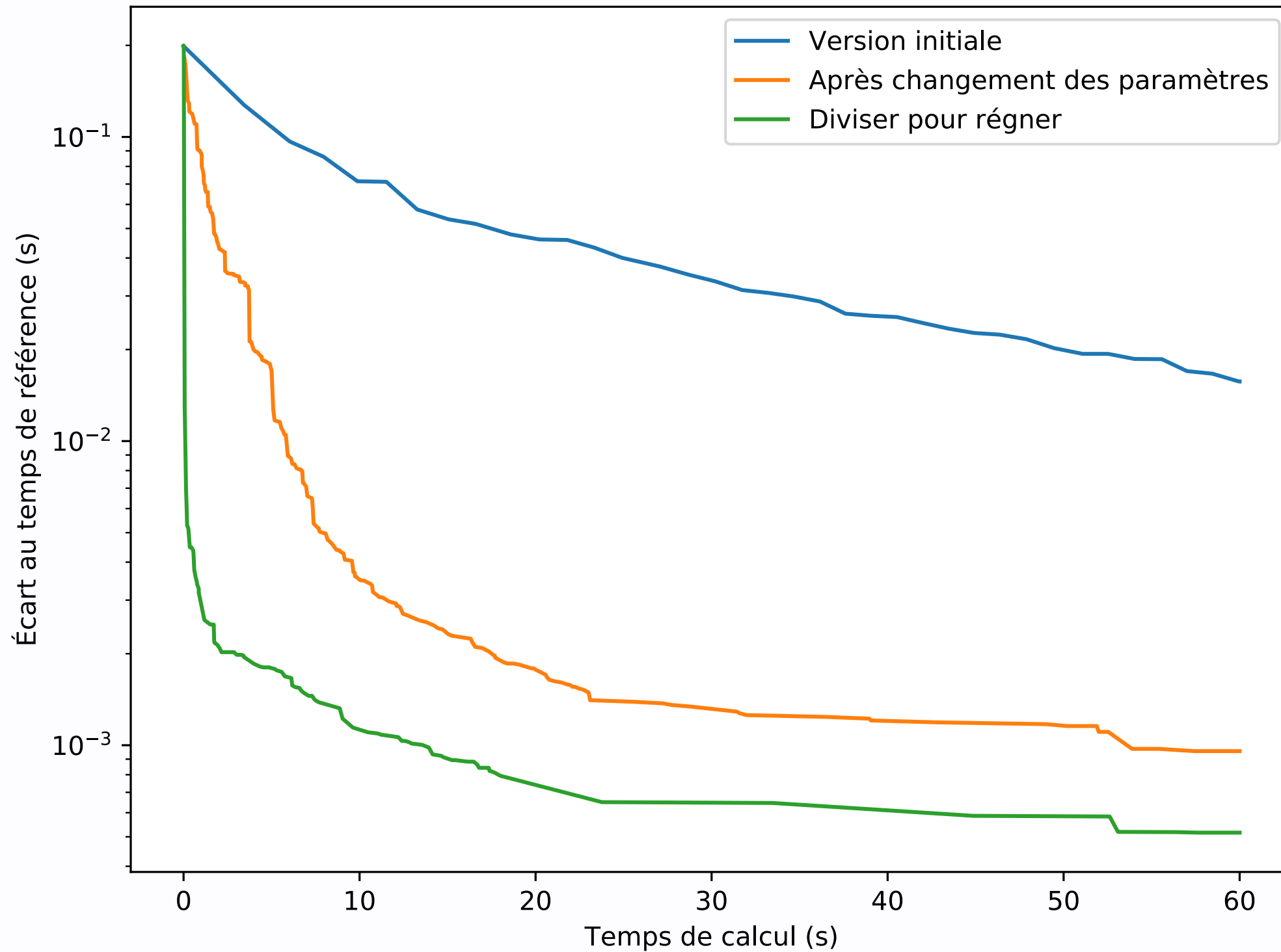
Après changement des paramètres, 121 pts, 1 sélectionné, creusage 5/6 et lissage 1/6



Diviser pour régner : 16 pts → 31 pts → 61 pts → 121 pts



Amélioration de l'algorithme



L'algorithme final

- Hybride
- Progresse continuellement

La brachistochrone *réelle*

```
def deriver_v():  
    return g*sin(θ)
```



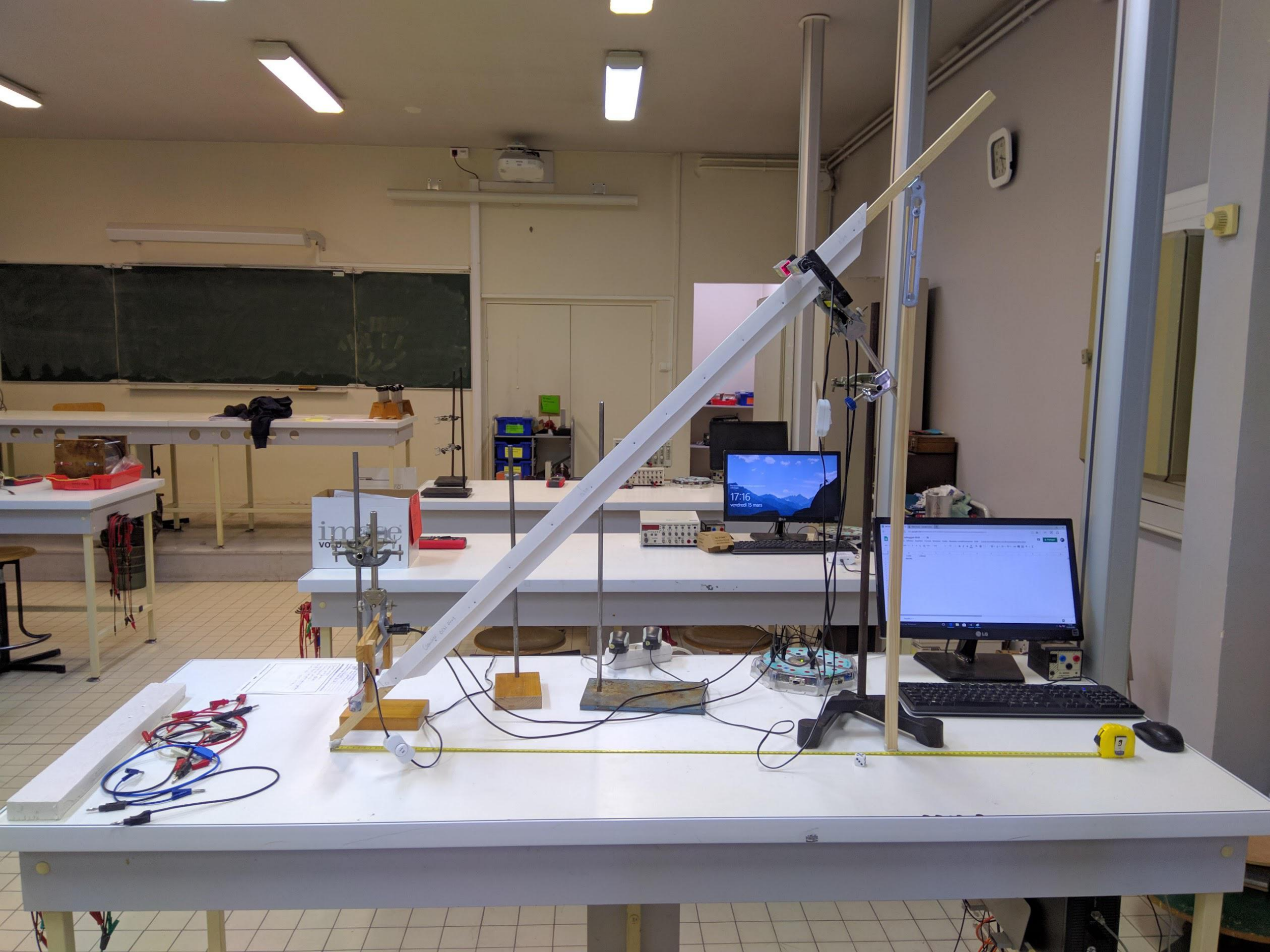
```
def deriver_v(v):  
    return g*sin(θ) - f*g*cos(θ) - α*v - β*v*v
```

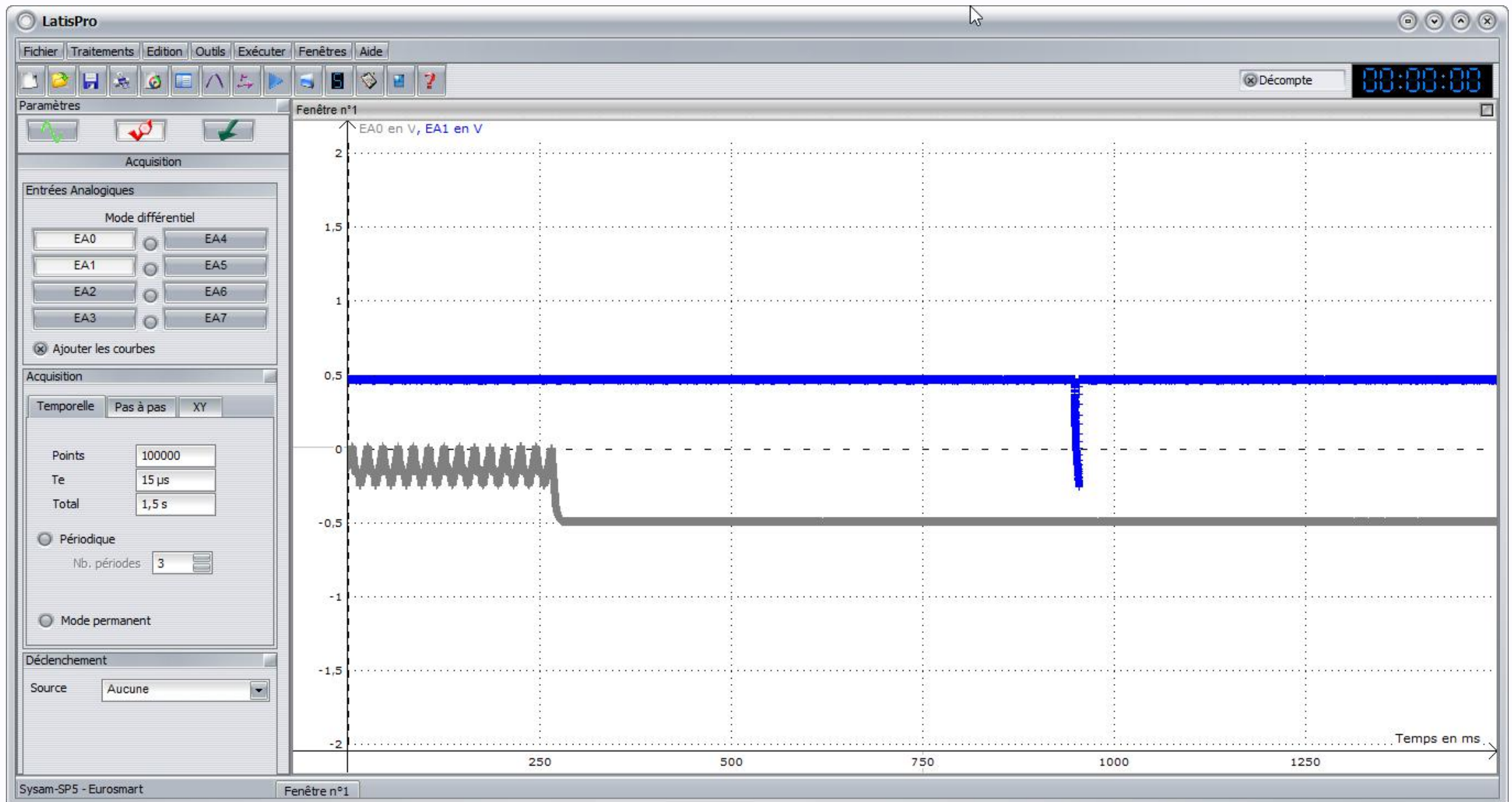


Mesure des coefficients

- $-f g \cos \theta$
- $-\alpha v$
- $-\beta v^2$







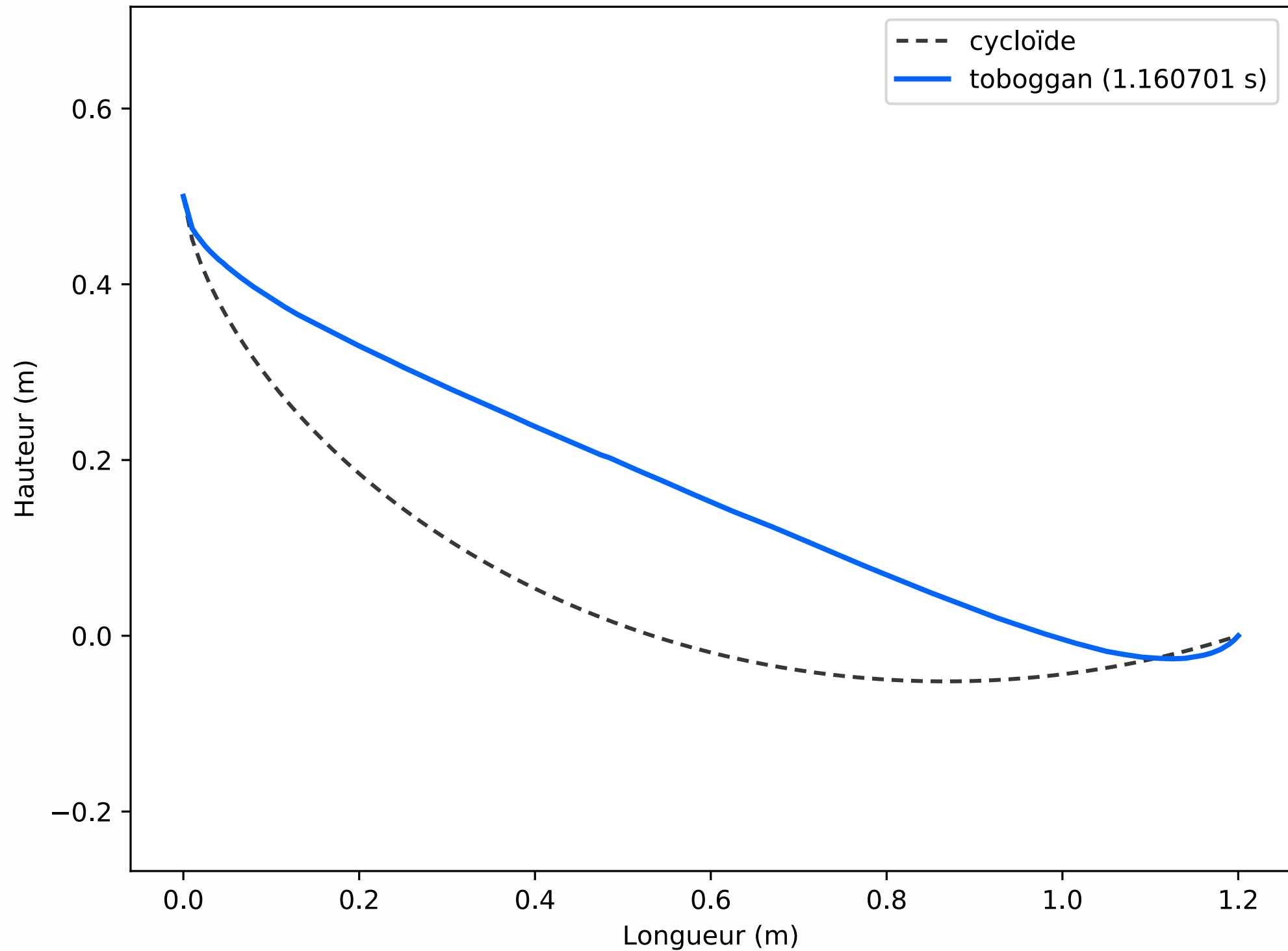
Calcul des coefficients

8 mesures + 1 expérience \rightarrow 3 coefficients

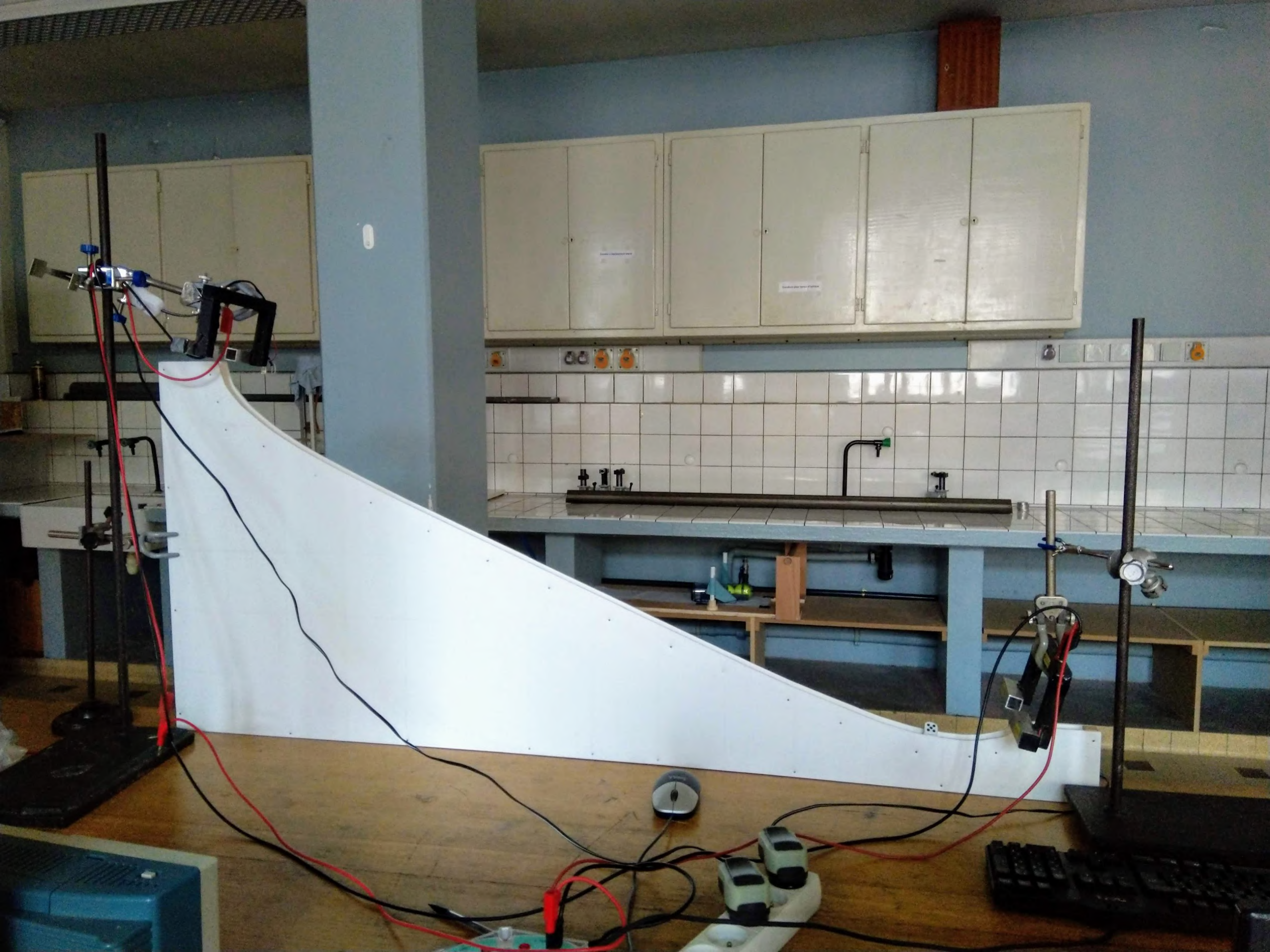
Expression des frottements

$$F = -0.3263g \cos \theta - 0.0026v - 0.4748v^2$$

La brachistochrone réelle après 60 min 00 s de calcul







| Toboggan | t_c (s) | t_m (s) | $U(t_m)$ (s) |
|-----------------|-----------|-----------|--------------|
| Ligne droite | 1,972 | 2,40 | $\pm 0,40$ |
| Optimal | 1,161 | 1,21 | $\pm 0,02$ |

Merci de votre attention

Vous avez des questions ?

Annexes



| θ | l (cm) | t_m (ms) | t_c (ms) | Δ (ms) |
|----------|----------|------------|------------|---------------|
| 45° | 50 | 438 | 481 | -43 |
| | 100 | 669 | 707 | -39 |
| 44° | 50 | 458 | 489 | -31 |
| | 100 | 669 | 719 | -50 |
| 40° | 50 | 533 | 530 | 3 |
| | 100 | 780 | 779 | 1 |
| 36° | 50 | 672 | 626 | 46 |
| | 100 | 899 | 920 | -20 |

Choix du pas de la méthode d'Euler (16 pts, 2 s)

