

Gautier Ben Aïm

La Brachistochrone Réelle

Informatique et Physique

Numéro d'inscription : 2163

Contexte historique

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

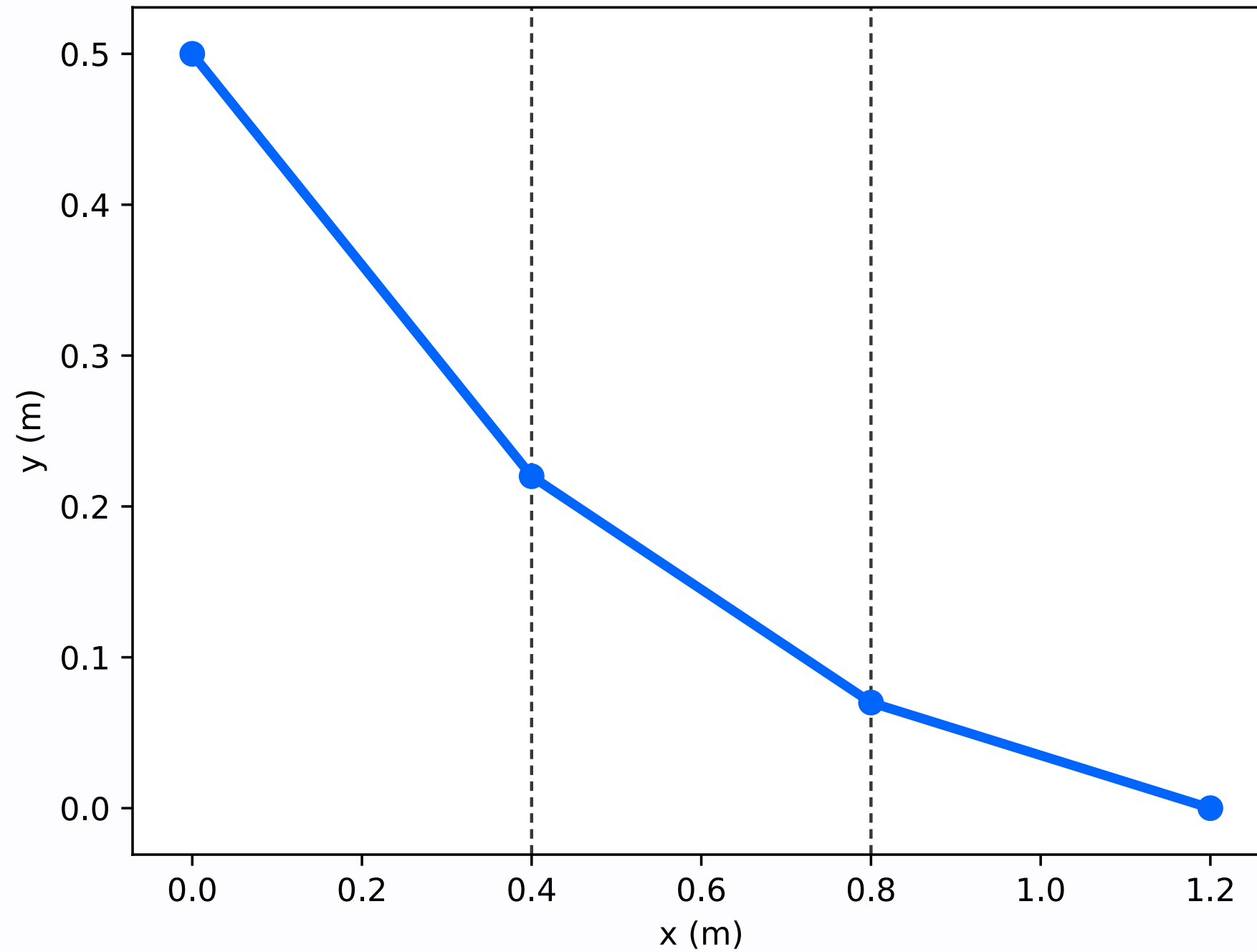
La Brachistochrone Réelle

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

Sommaire

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

Représentation d'un toboggan en mémoire



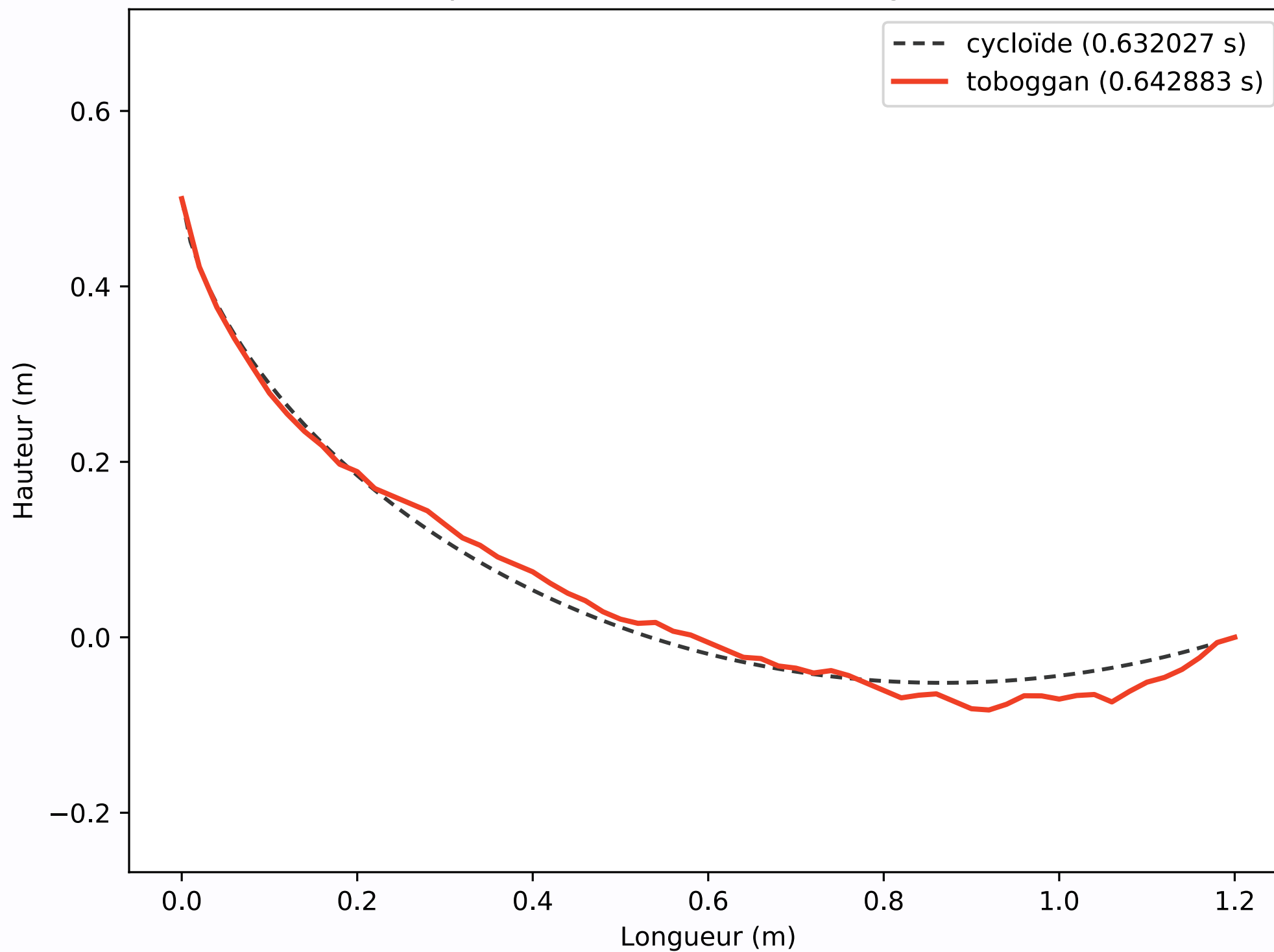
Méthode d'Euler

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

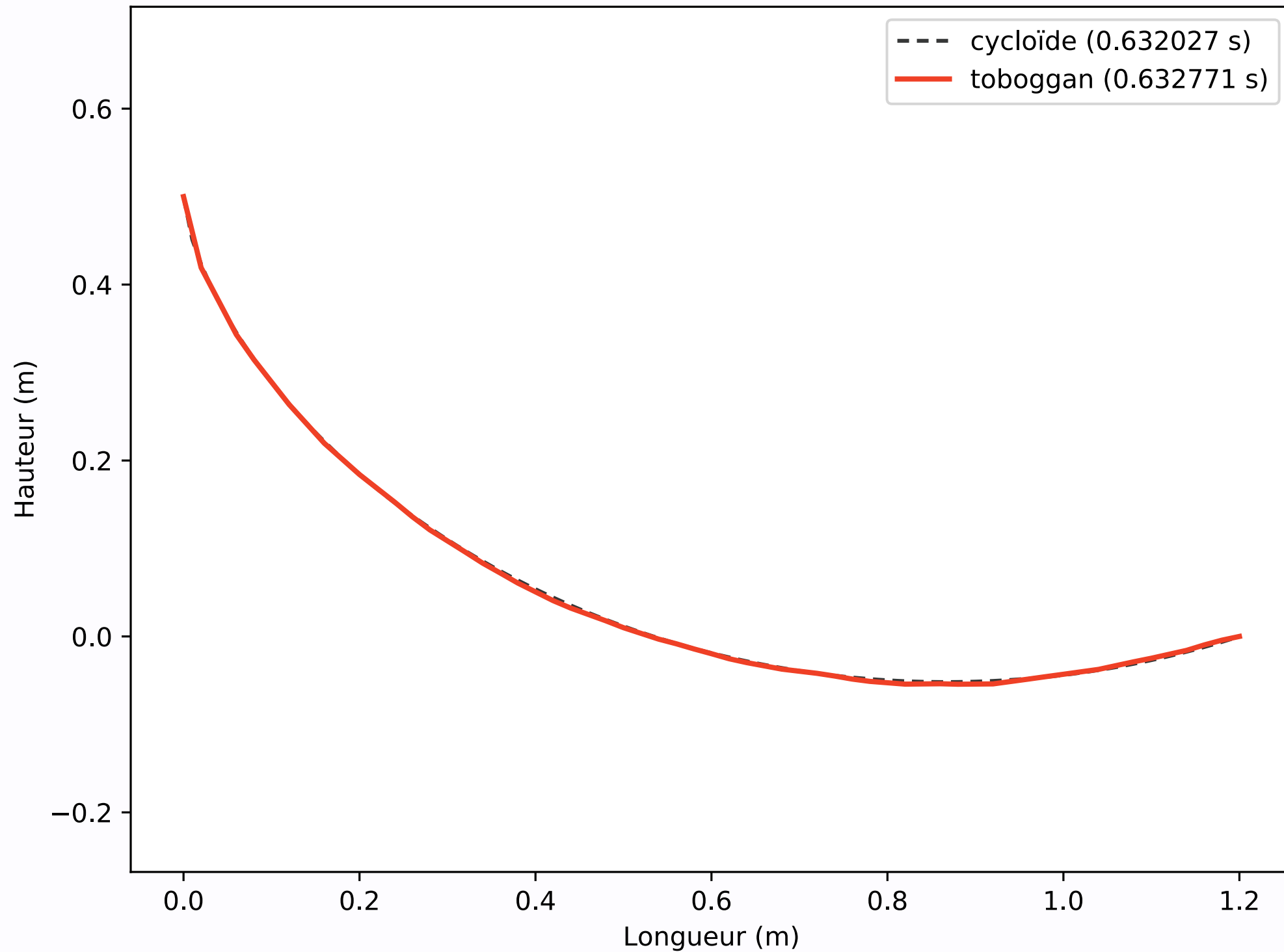
Algorithme génétique

- Évolution — mutation et croisement
- Sélection

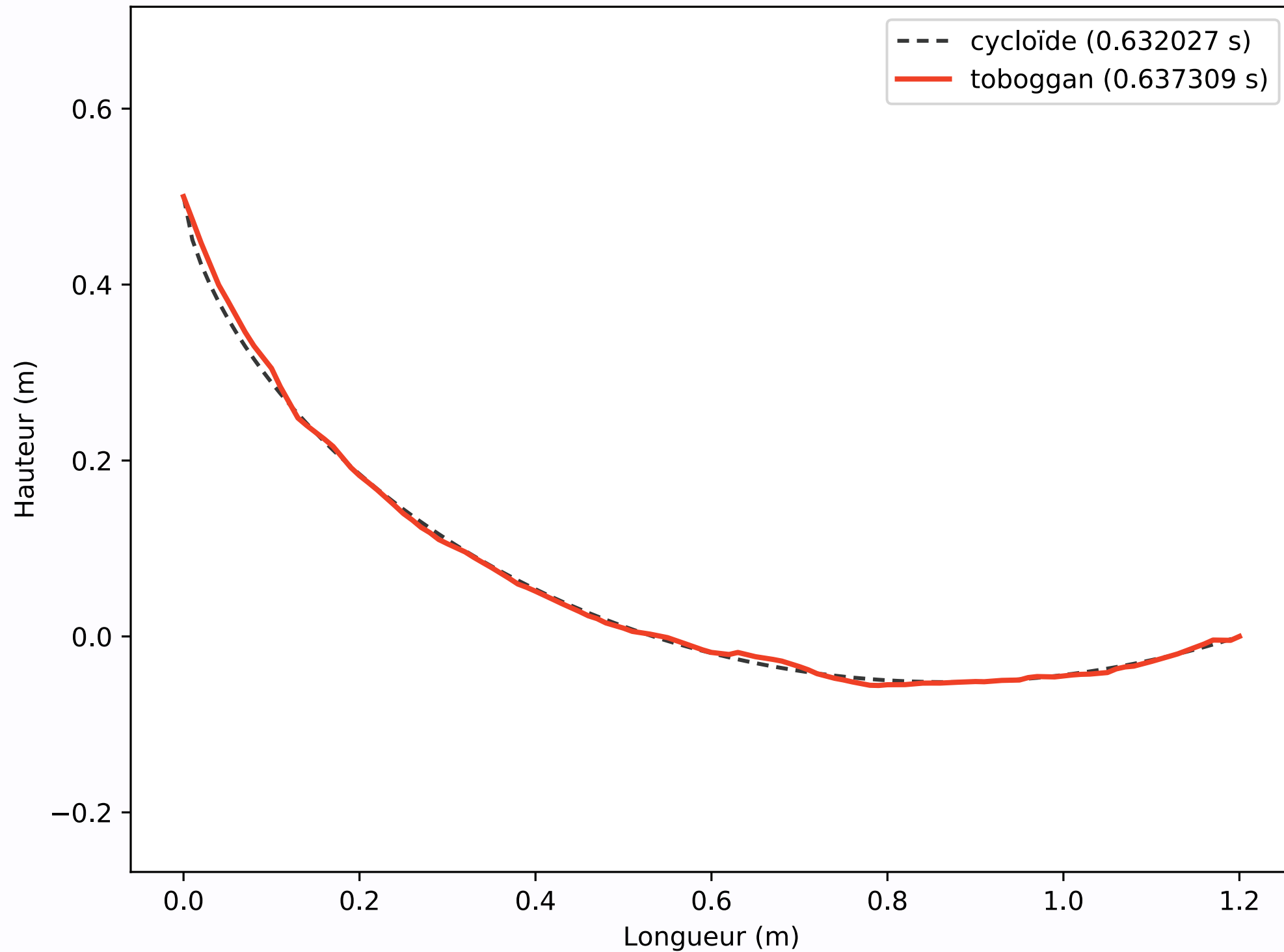
Version initiale, 61 pts, 10 sélectionnés, creusage 4/5 et croisement 1/5



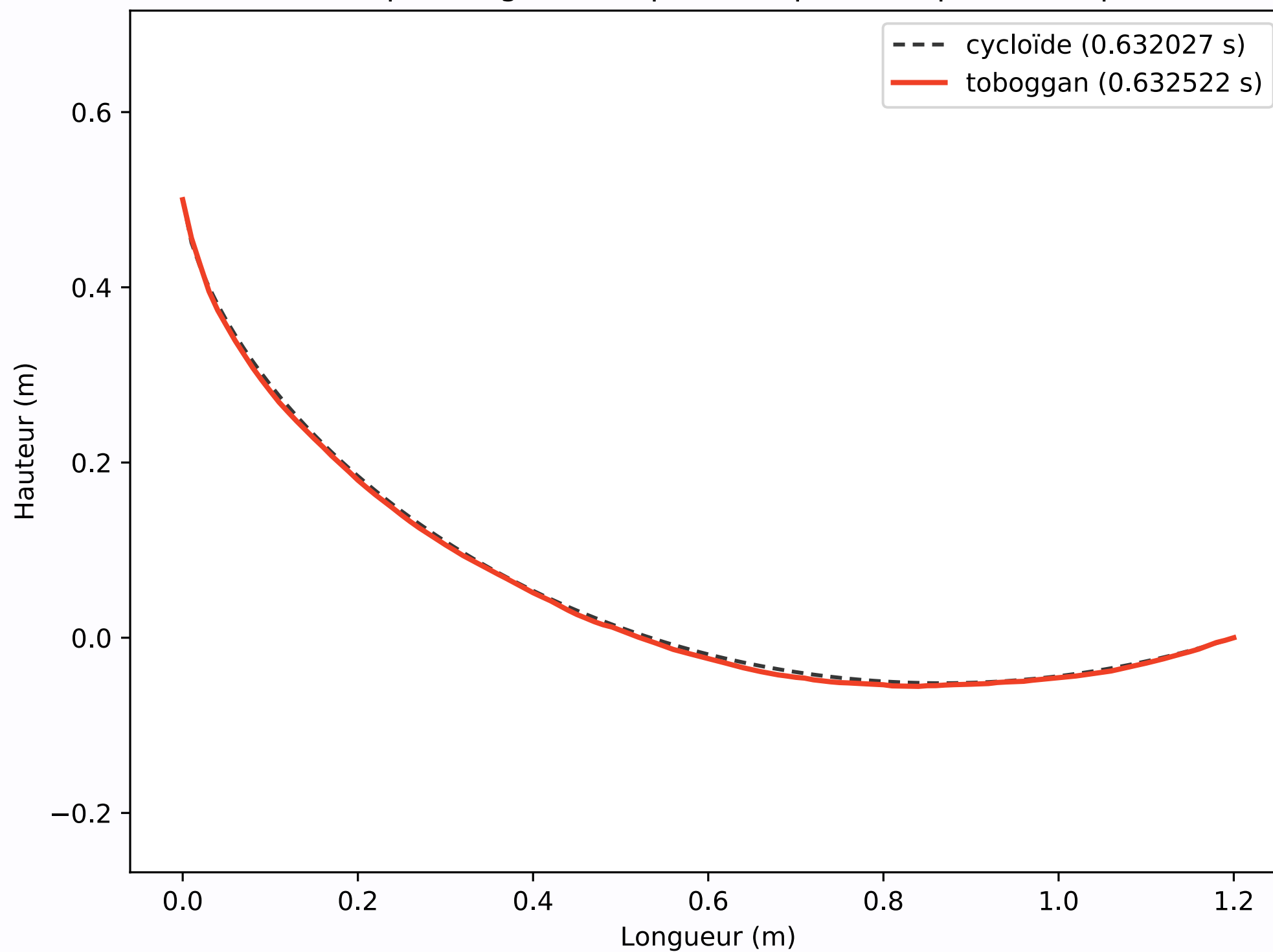
Après changement des paramètres, 61 pts, 1 sélectionné, creusage 5/6 et lissage 1/6



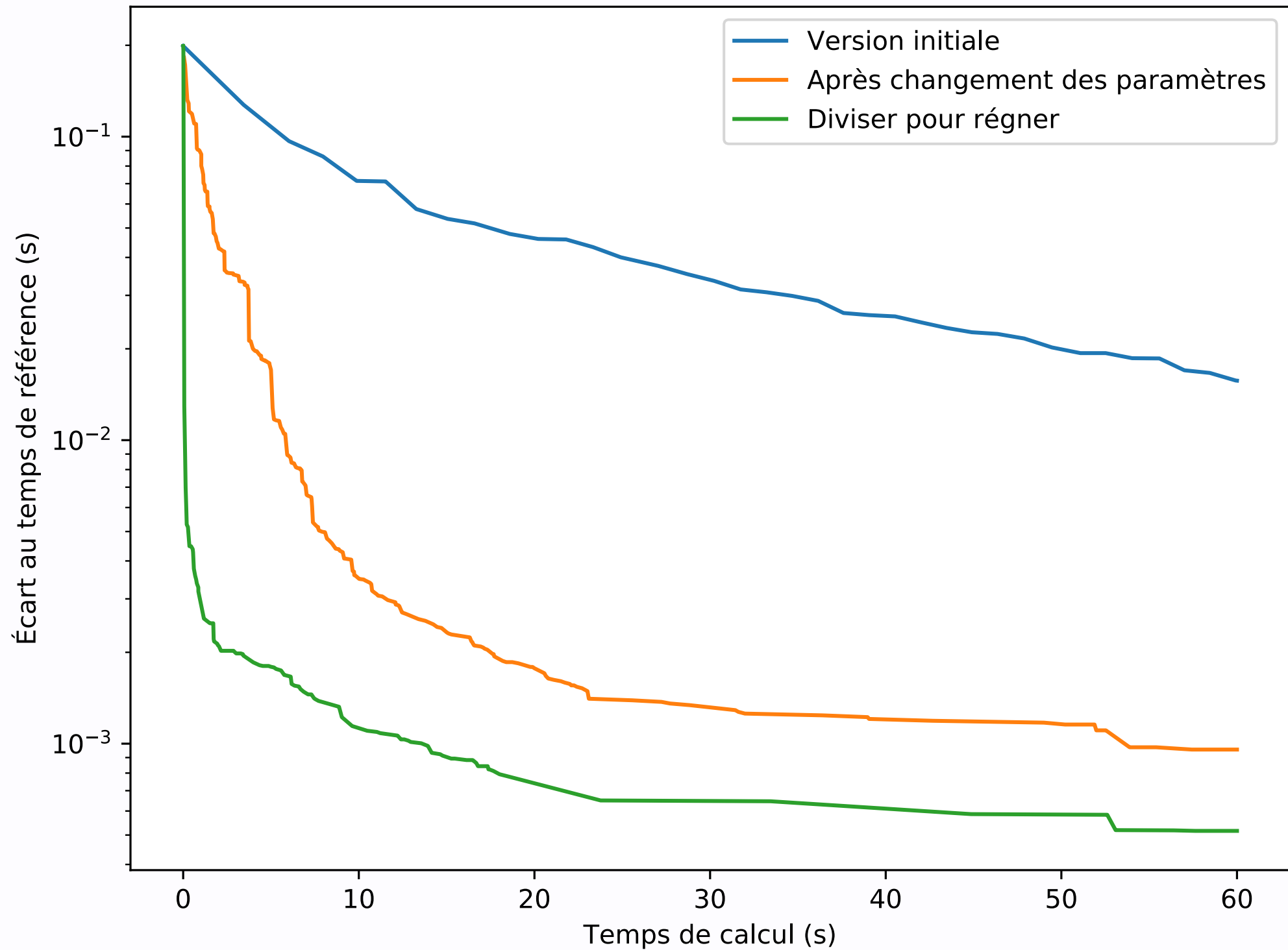
Après changement des paramètres, 121 pts, 1 sélectionné, creusage 5/6 et lissage 1/6



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)
```



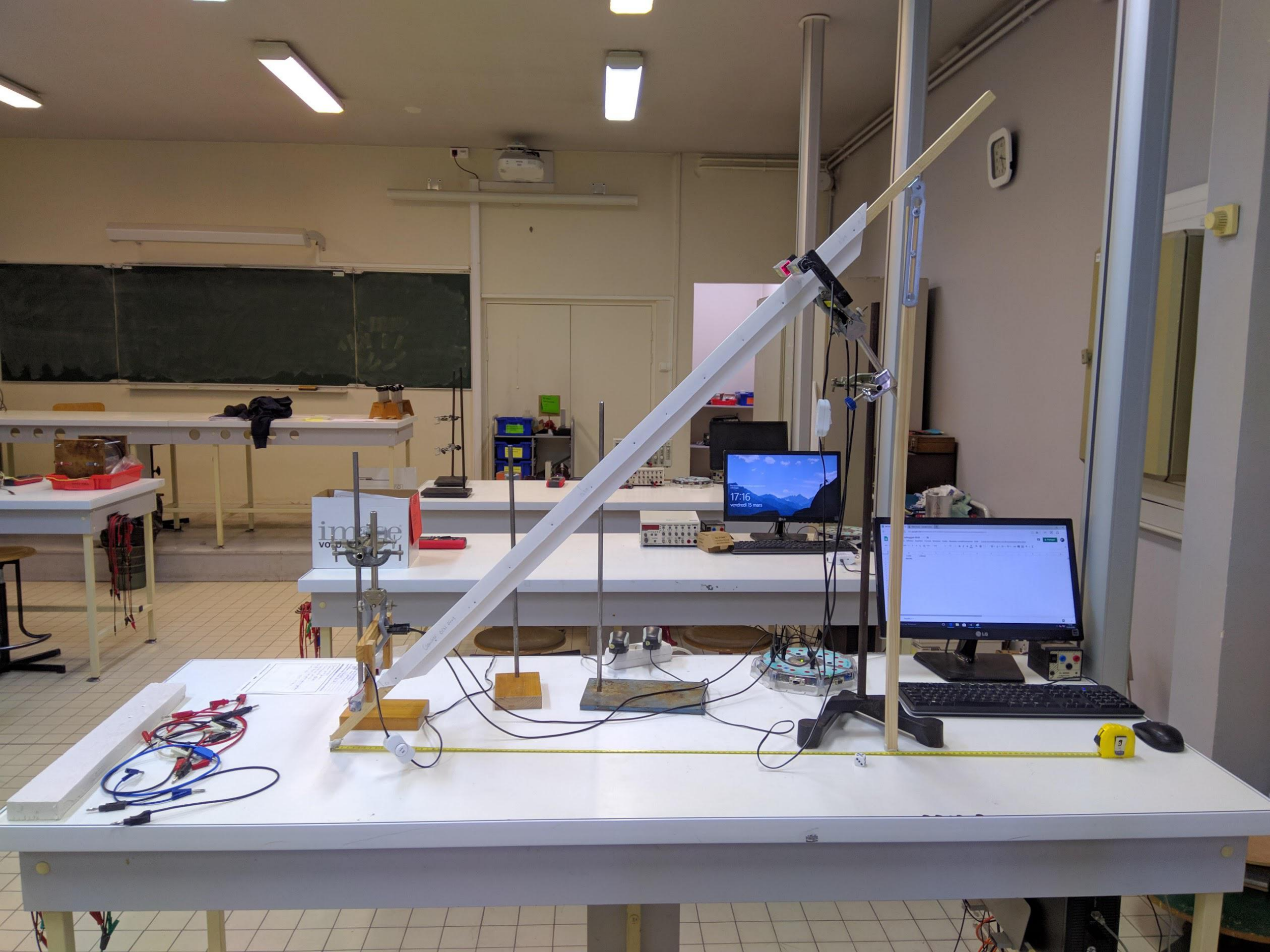
```
def deriver_v(v):  
    return g*sin(θ) - f*g*cos(θ) - α*v - β*v*v
```

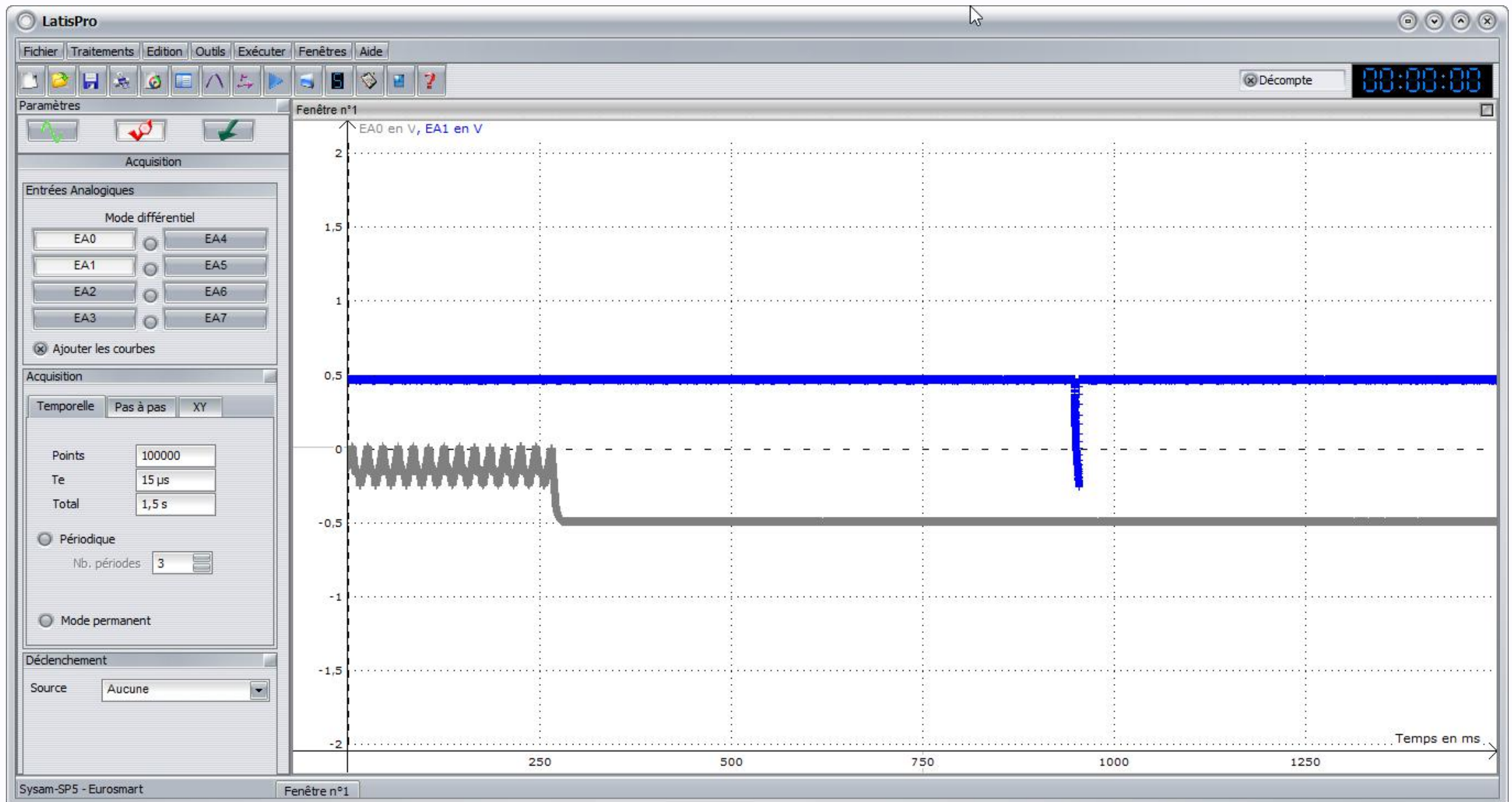


Mesure des coefficients

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







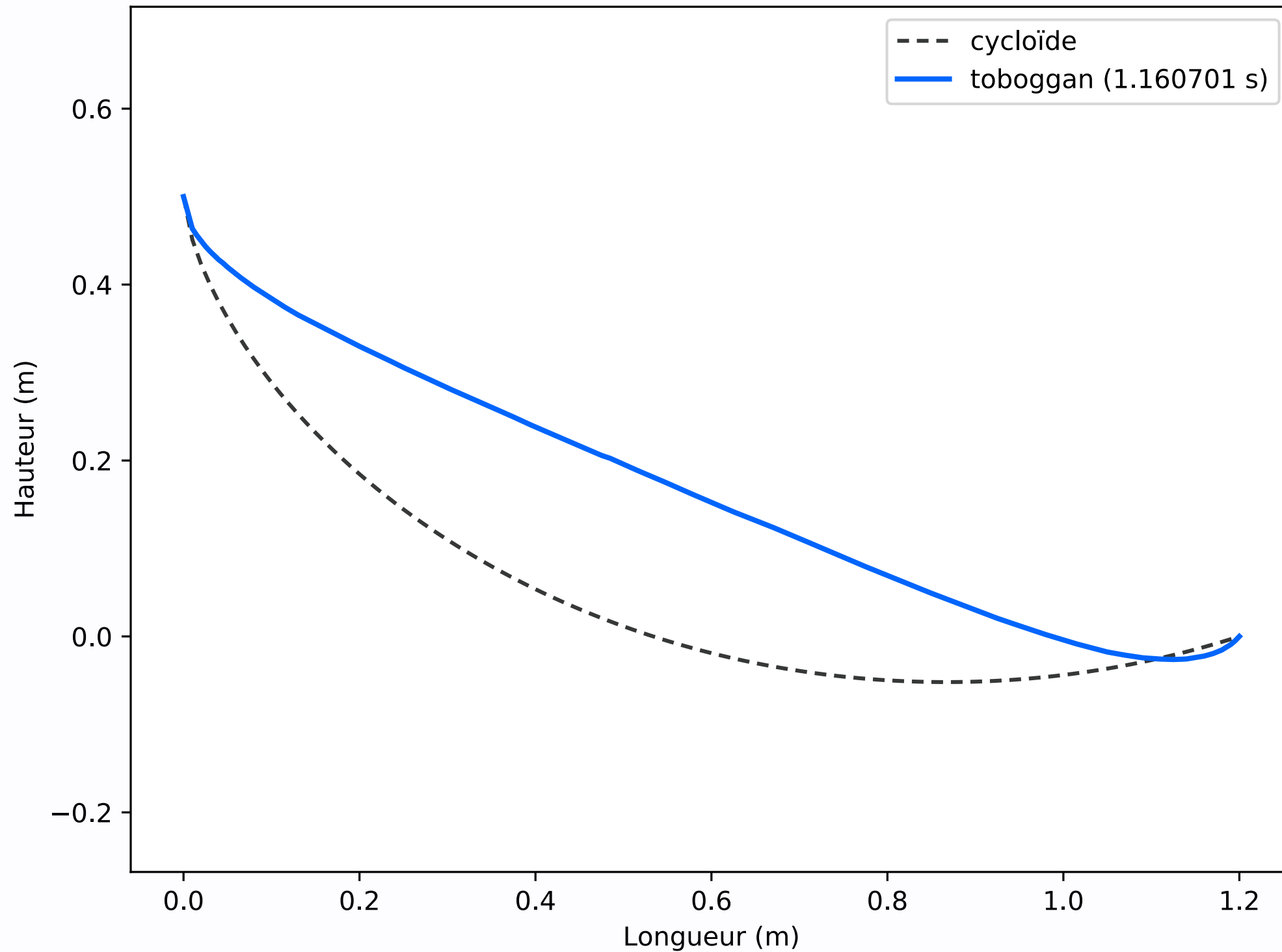
Calcul des coefficients

8 mesures + 1 expérience \rightarrow 3 coefficients

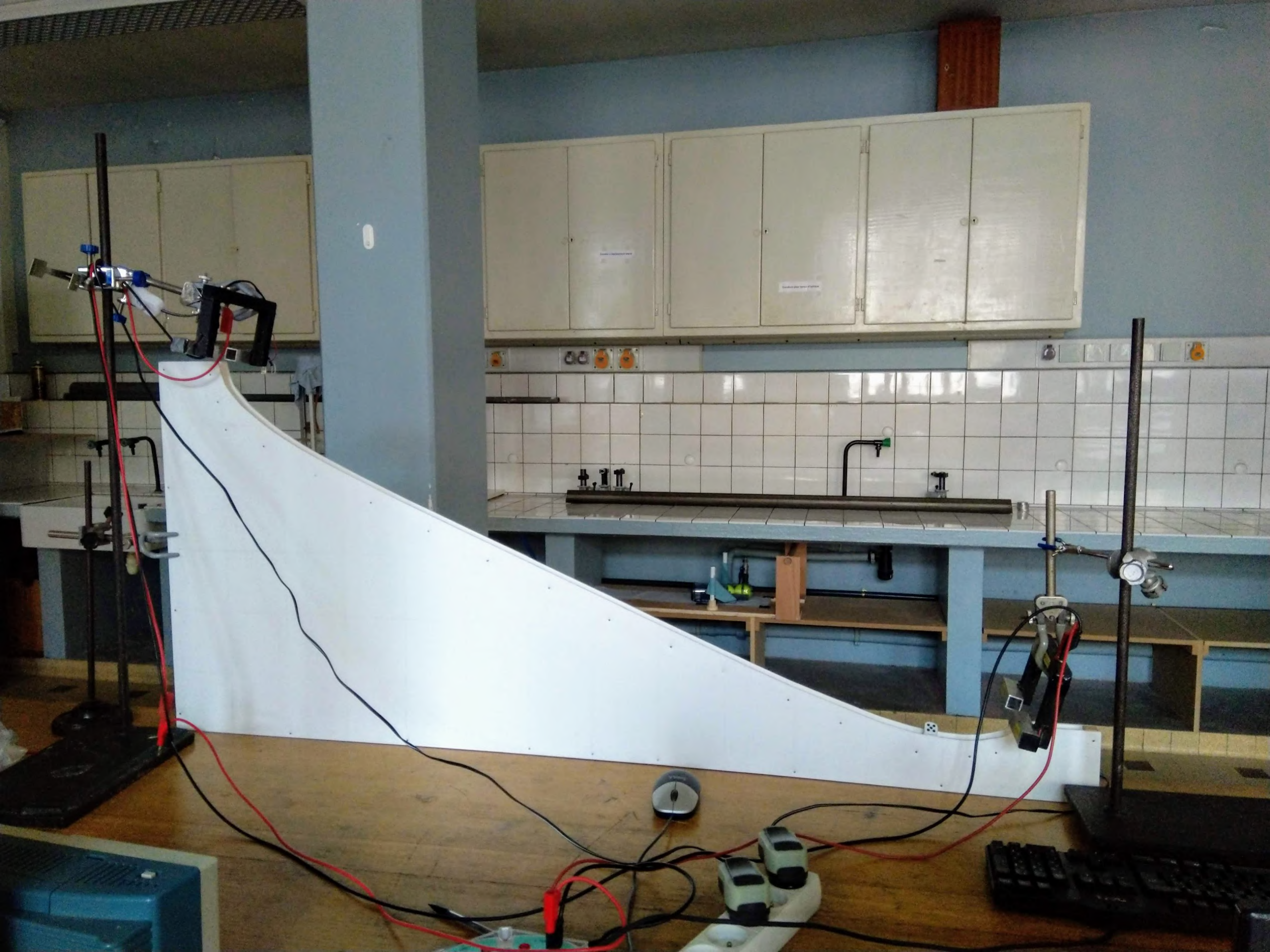
Expression des frottements

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

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)

