

1SPÉ	SKI DE VITESSE	Activité
------	----------------	----------

Personne sur Terre, et sans assistance motorisée, ne va plus vite que l'Italien Simone Origone, leader d'une discipline à part du ski alpin, plus spectaculaire que dangereuse.

Impossible 252,632 km/h ? Et pourtant. C'est bien la vitesse atteinte vendredi 3 avril 2015 par Simone Origone qui, pour y parvenir, s'est servi d'un instrument complexe : une paire de skis. Et d'un moteur surpuissant : la gravité.

En se laissant tomber du haut de la piste de Chabrières, gigantesque toboggan enneigé qui servait cette semaine de scène au Speed Masters dans la station de Vars (Hautes-Alpes), l'Italien de 35 ans a battu son propre record du monde de vitesse à ski (252,454 km/h).

Le Monde | 03.04.2015



Données :

- caractéristiques techniques de la piste de Chabrières considérée comme rectiligne :
 - altitude de départ (D) : $z_D = 2720$ m ;
 - altitude d'arrivée (A) : $z_A = 2285$ m ;
 - pente moyenne $\alpha = 24^\circ$;
- caractéristiques du skieur Simone Origone :
 - masse : 87 kg ;
 - équipement : 15 kg.
- intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

Partie 1 : étude énergétique du mouvement du skieur dans l'hypothèse de frottement négligeable

Le système étudié est le « skieur » constitué de l'athlète avec son équipement de masse totale m et de centre de masse G en mouvement sur la piste de ski d'un point D d'altitude z_D à un point A d'altitude z_A .

Le départ s'effectue sans vitesse initiale. Le référentiel d'étude est supposé galiléen. Dans cette partie les frottements subis par le système sont négligés devant les autres actions mises en jeu.

- Effectuer le bilan des actions, modélisées par des forces, agissant sur le système. Préciser le sens et la direction de chaque force.
- Calculer le travail W_{DA} de chaque force entre le point de départ D et le point d'arrivée A.
- En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, déduire la valeur de la vitesse à l'arrivée, notée v_A , en m.s^{-1} puis en km.h^{-1} .
- Cette valeur est-elle en accord avec celle de la vitesse atteinte le vendredi 3 avril 2015 par Simone Origone ? Quel aspect de la modélisation effectuée doit être remis en cause ?

Partie 2 : mouvement d'un mobile autoporteur

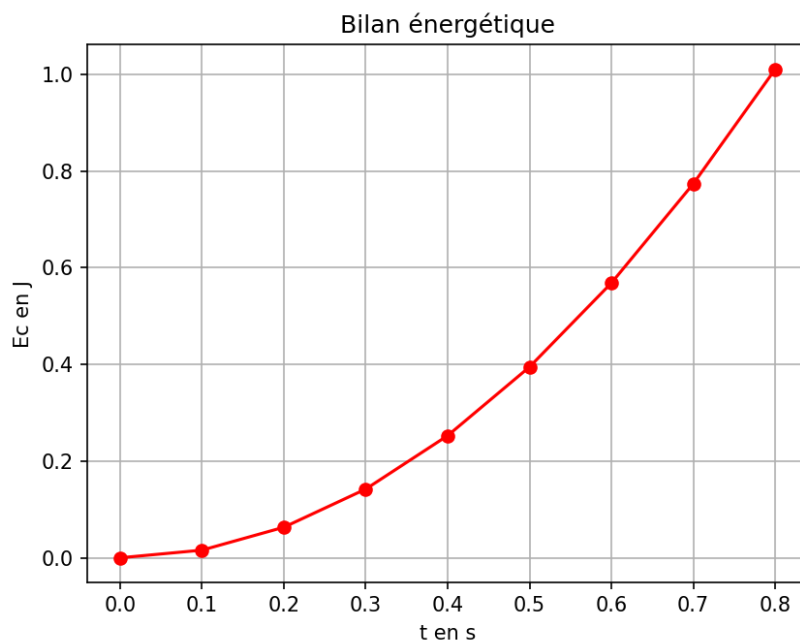
On se propose de mesurer l'intensité des actions de frottements qui agissent sur un mobile en mouvement. Ces actions seront modélisées par une force constante \vec{f} , d'intensité f , et de sens opposé au vecteur vitesse.

Ce mobile, de centre de masse G, de masse $m = 220$ g, est abandonné sans vitesse sur un plan incliné d'un angle α_0 par rapport à l'horizontale. Au cours de son mouvement, le mobile suit la ligne de plus grande pente de direction Ax, la position de G est repérée en fonction du temps par sa coordonnée x dans le repère (A, \vec{i}) . On peut se référer à l'**annexe 1**.

Une vidéo du mouvement est réalisée. Un logiciel de pointage permet de relever les valeurs de la position x et de l'altitude z sur l'axe vertical Oz du centre d'inertie G à des intervalles de temps réguliers et de déterminer à chaque pointage la valeur de la vitesse du mobile le long de l'axe Ax. On peut se référer à l'**annexe 1**.

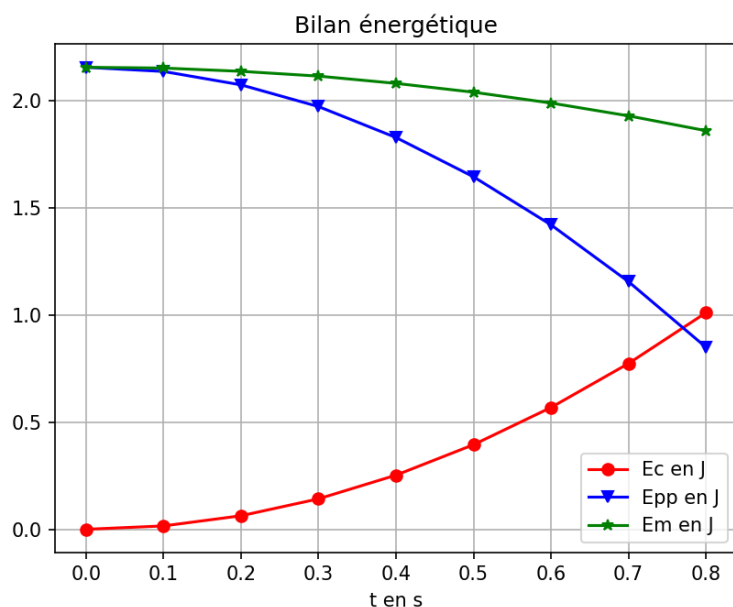
Un programme python (**annexe 2**) permet de représenter l'évolution de l'énergie cinétique E_c du système au cours du temps.

On obtient la courbe ci-dessous.



5. Modifier le script du programme de l'**annexe 2** à rendre avec la copie en ajoutant une ligne de code (ligne 14) qui permettra de déterminer la valeur de l'énergie potentielle E_{pp} du système. Quelle donnée faut-il ajouter au script ? Compléter alors la ligne 5.

Le script est ensuite encore modifié pour faire apparaître l'énergie cinétique, l'énergie potentielle et l'énergie mécanique. On obtient les courbes ci-dessous. L'énergie potentielle de pesanteur est choisie nulle en O.



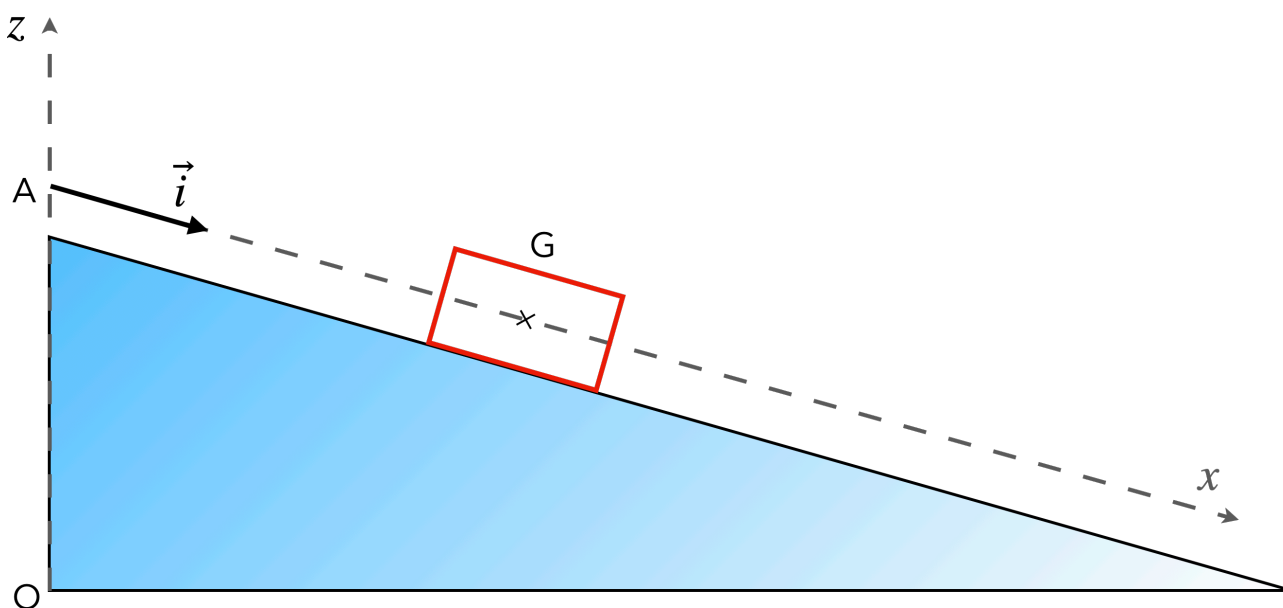
6. Comment expliquer l'évolution de l'énergie mécanique au cours du temps ?
7. Compléter le schéma de l'**annexe 1** en représentant les forces modélisant les actions sur le système.
8. En tenant compte des valeurs relevées dans le tableau de l'**annexe 1**, calculer les valeurs de l'énergie mécanique E_{m0} et E_{m8} respectivement aux instants $t_0 = 0,000$ s et $t_8 = 0,800$ s.
9. À l'aide d'un bilan énergétique, montrer que dans le cadre de ce modèle :

$$f = \frac{E_{m0} - E_{m8}}{x_8 - x_0}$$
où $x_8 = x(t = 0,800 \text{ s})$ et $x_0 = x(t = 0,000 \text{ s})$
10. Déterminer la valeur de l'intensité de la force modélisant les frottements s'exerçant sur le mobile. Commenter.

Partie 3 : retour qualitatif sur l'étude énergétique du mouvement du skieur

11. Quelles sont les causes des actions de frottement exercées sur le skieur ? Discuter de l'influence de la valeur de la vitesse et de la pertinence d'une modélisation de ceux-ci par une force d'intensité constante.

Annexe 1



Numéro	t(s)	x(m)	v(m.s ⁻¹)	z(m)
0	0.000	0.000	0.000	1.000
1	0.100	0.019	0.3789	0.991
2	0.200	0.076	0.7578	0.962
3	0.300	0.171	1.1367	0.915
4	0.400	0.303	1.5156	0.848
5	0.500	0.474	1.8945	0.763
6	0.600	0.682	2.2734	0.659
7	0.700	0.928	2.6523	0.536
8	0.800	1.212	3.0312	0.394

Annexe 2

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2
3 m = 0.220      # valeur de m en kg
4 alpha = 0.2618  # valeur de alpha en radian
5
6
7 # liste des dates relevées, des positions, des vitesses et des altitudes
8 tps = [0.000, 0.100, 0.200, 0.300, 0.400, 0.500, 0.600, 0.700, 0.800]
9 pos = [0.000, 0.019, 0.076, 0.171, 0.303, 0.474, 0.682, 0.928, 1.212]
10 vit = [0.000, 0.3789, 0.7578, 1.1367, 1.5156, 1.8945, 2.2734, 2.6523, 3.0312]
11 alt = [1.000, 0.991, 0.962, 0.915, 0.848, 0.763, 0.659, 0.536, 0.394]
12
13 Ec = [1/2*m*v**2 for v in vit]      # crée la liste Ec
14
15
16
17
18 plt.grid(True)
19 plt.plot(tps, Ec, "ro-")
20
21
22
23 plt.xlabel("t en s")
24 plt.ylabel("Ec en J")
25
26 plt.title("Bilan énergétique")
27
28 plt.show()
```