

## ÉVALUATION COMMUNE 2020 [physik.fr](http://physik.fr)

CLASSE : Première

E3C :  E3C1  E3C2  E3C3

voie :  Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h

CALCULATRICE AUTORISÉE :  Oui  Non

### Aspects énergétiques des phénomènes mécaniques : Le ski de vitesse (10 points)

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.



*TamTam Photo*

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) :  $z_D = 2720 \text{ m}$  ;
  - altitude d'arrivée (A) :  $z_A = 2285 \text{ m}$  ;
  - pente moyenne  $\alpha = 24^\circ$  ;
  - longueur de la piste :  $L = 1070 \text{ m}$ .
- 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.

- 1.1. Effectuer le bilan des actions, modélisées par des forces, agissant sur le système. Préciser le sens et la direction de chaque force.
- 1.2. Calculer le travail  $W_{DA}$  de chaque force entre le point de départ D et le point d'arrivée A.
- 1.3. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, déduire la valeur de la vitesse à l'arrivée, notée  $v_A$ , en  $\text{m.s}^{-1}$  puis en  $\text{km.h}^{-1}$ .
- 1.4. 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

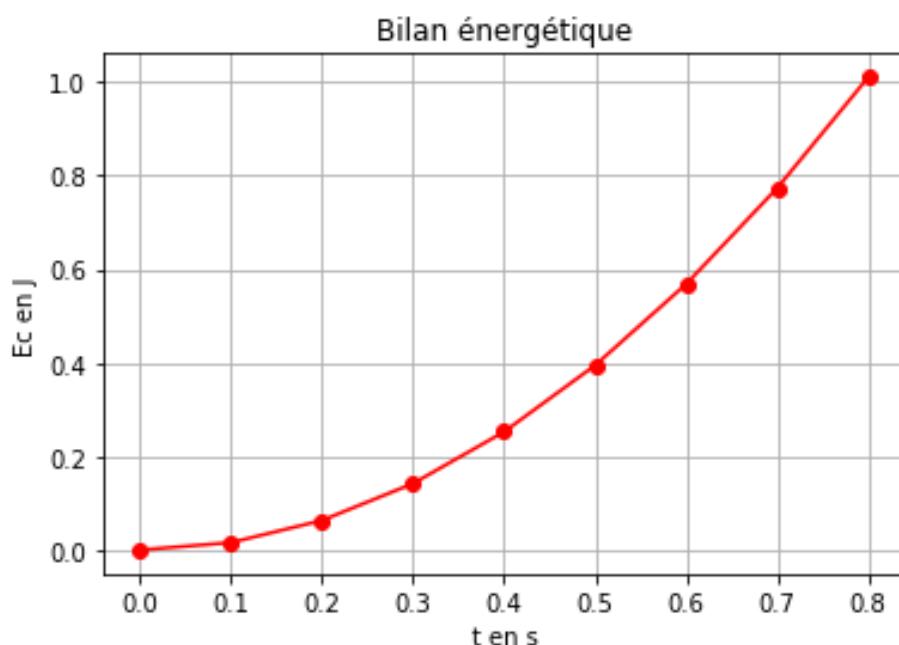
On se propose de mesurer l'intensité des actions de frottements qui agissent sur un mobile en mouvement. Ces actions seront modélisées par une force constante  $\vec{f}$ , d'intensité  $f$ , et de sens opposé au vecteur vitesse.

Ce mobile, de centre de masse G, de masse  $m = 220 \text{ g}$ , est abandonné sans vitesse sur un plan incliné d'un angle  $\alpha_0$  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 à rendre avec la copie**.

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 à rendre avec la copie**.

Un programme python (**annexe 2 à joindre avec la copie**) permet de représenter l'évolution de l'énergie cinétique  $E_c$  du système au cours du temps.

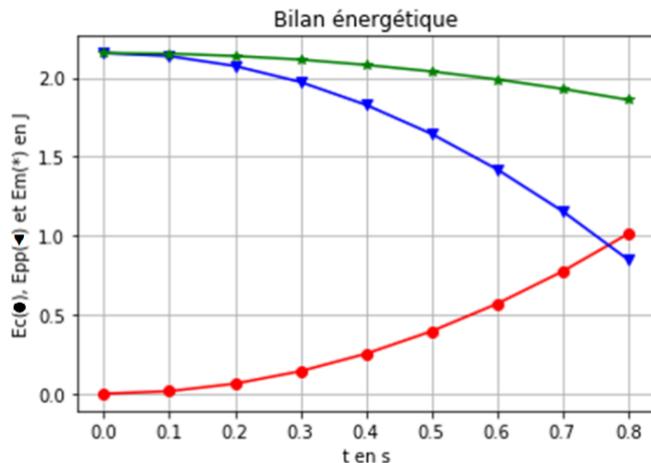
On obtient la courbe ci-dessous.



- 2.1. 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.

Énergie cinétique  $Ec(\bullet)$   
 Énergie potentielle  $Epp(\blacktriangledown)$   
 Énergie mécanique  $Em(*)$

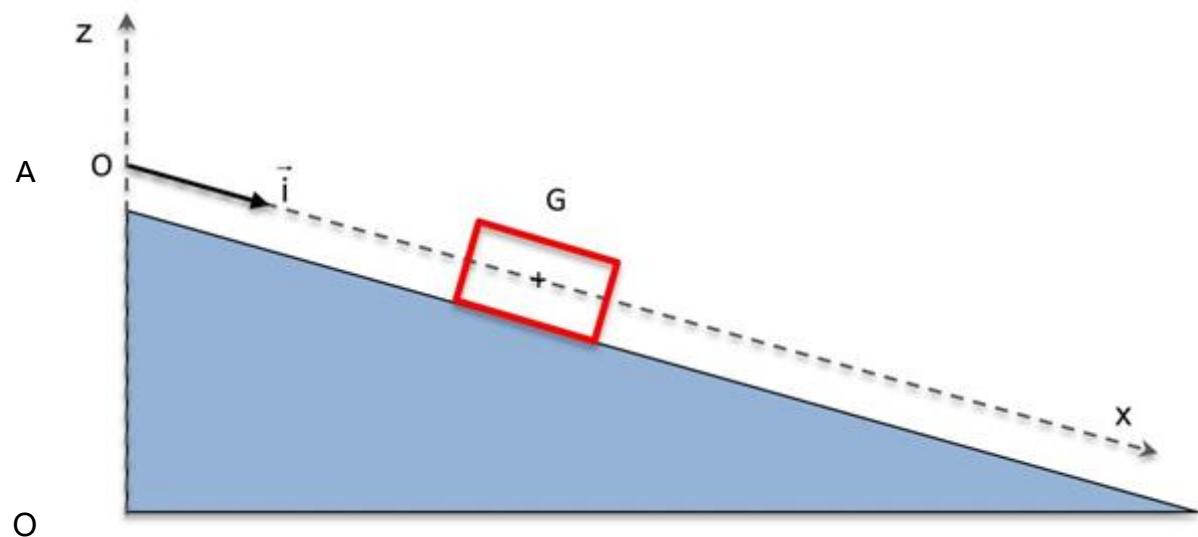


- 2.2. Comment expliquer l'évolution de l'énergie mécanique au cours du temps ?
  - 2.3. Compléter le schéma de l'**annexe 1 à rendre avec la copie** en représentant les forces modélisant les actions sur le système.
  - 2.4. En tenant compte des valeurs relevées dans le tableau de l'**annexe 1 à rendre avec la copie**, calculer les valeurs de l'énergie mécanique  $Em_0$  et  $Em_8$  respectivement aux instants  $t_0 = 0,000$  s et  $t_8 = 0,800$  s.
  - 2.5. À l'aide d'une bilan énergétique, montrer que dans le cadre de ce modèle :
- $$f = \frac{Em_0 - Em_8}{x_8 - x_0} \quad \text{où} \quad x_8 = x(t = 0,800 \text{ s}) \text{ et } x_0 = x(t = 0,000 \text{ s}).$$
- 2.6. 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

3. 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 à rendre avec la copie**



<b>Numéro</b>	<b><math>t(s)</math></b>	<b><math>x(m)</math></b>	<b><math>v(m.s^{-1})</math></b>	<b><math>z(m)</math></b>
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 à rendre avec la copie**

```
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,"red")
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()
```