

Dans les conditions d'obtention du record du monde du KL sur la piste de Vars, quelle sera la vitesse maximale limite que ne pourra jamais atteindre un skieur ? Evaluation des « pertes » d'énergie par frottement lors de ce record du monde.



Doc 1 : Nouveau record de vitesse du Kilomètre Lancé pour le skieur Simone Origone

Un homme ne peut pas se déplacer aussi vite, quelqu'un a dû appuyer sur « avance rapide ». Et pourtant, c'est bien la vitesse atteinte le samedi 26 mars 2016 à Vars (sur une piste de 435 m de dénivélé), par Simone qui, pour y parvenir, s'est servi d'un instrument complexe : une paire de skis. Et d'un moteur surpuissant : la gravité.

«Les skieurs basculent, adoptent une position aérodynamique qu'ils doivent conserver le plus fermement possible. Certains sont en apnée dès le départ. «Un run dure à peu près 17 secondes, mais 17 s, c'est une éternité pour nous», décrit Simon Billy (membre de l'équipe de France de ski de vitesse).

Pendant 17 s, c'est un combat face à deux freins : le frottement de l'air, et celui des skis sur la neige».

Pour lutter contre le 1er, les skieurs sont armés d'une combinaison extrêmement moulante résistant bien à la chaleur : une seconde peau en Lycra enduit de polyuréthane totalement imperméable à l'air, dans laquelle les skieurs ont besoin de longues minutes et de l'assistance d'un ou deux collègues pour se glisser tant bien que mal.

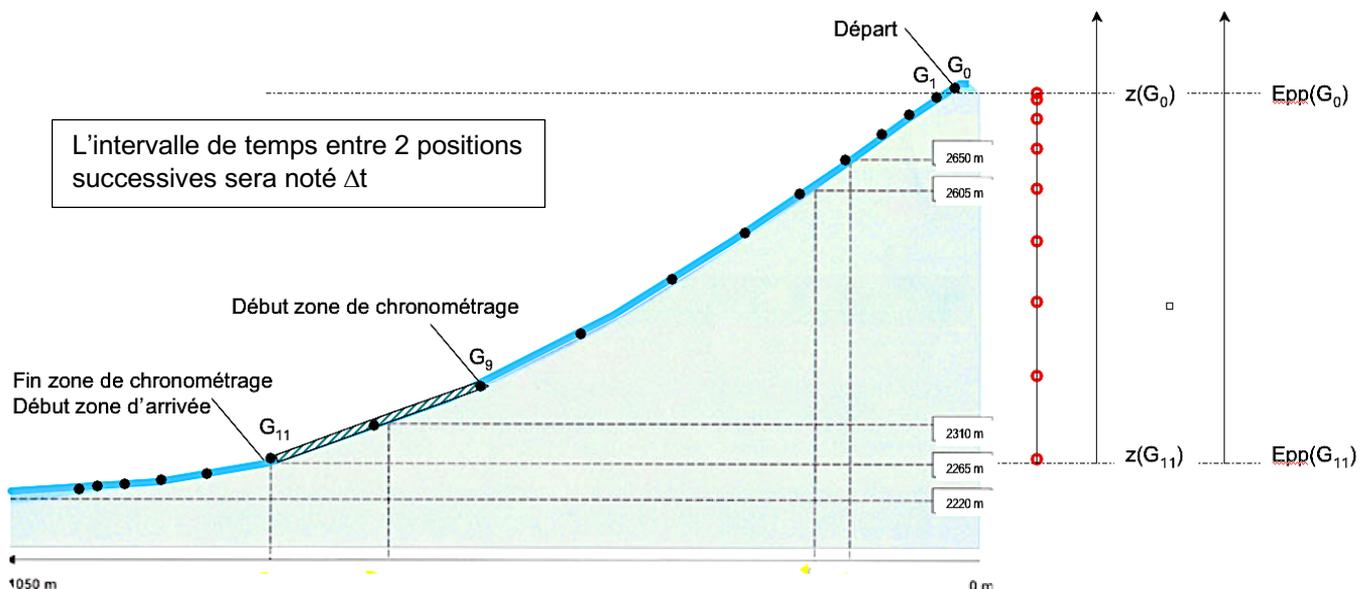
De drôles d'ailerons derrière les mollets, un casque qui englobe presque les épaules, et des bâtons lestés de plomb optimisent la performance.

«Mets la main par la fenêtre de ta voiture quand tu conduis à 130 km/h et imagine la force de l'air qui est appliquée sur ton corps à 250», compare Simone Origone ... «Ça devient quelque chose de solide, tu dois résister ...»

Il faut aussi dominer ses skis, particulièrement longs (2,40 m) et lourds (13,5 kg maximum pour la paire), qui ont une fâcheuse tendance, à cette allure, à filer vers l'extérieur, comme s'ils souhaitaient écarteler leur propriétaire.

Enfin, il faut s'arrêter. L'aire d'arrivée est presque aussi longue que la piste, la pente redevient plus douce, et le combat continue pour les skieurs qui se relèvent alors : «Là, c'est dur, dit Simone Origone. L'air qui arrive d'un coup sur toi, c'est presque comme prendre un coup de poing dans l'estomac. Tu dois faire attention, sinon tu es par terre.»

Article du monde : http://www.lemonde.fr/ski/article/2015/04/03/252-632-km-h-nouveau-record-de-vitesse-pour-le-skieur-simone-origone_4609299_1616667.html



Doc 2 : Représentation qualitative des trajectoires du skieur sur la piste (points noirs) et en chute libre (points rouges)

Pour déterminer la vitesse limite, on va se placer dans le postulat idéal (mais absurde) de la chute «libre».

Dans le référentiel terrestre, le mouvement du skieur serait alors rectiligne, vertical et aurait lieu sans frottement.

En réalité, le mouvement du skieur, curviligne, a lieu avec frottement. La piste est divisée en trois zones :

- la zone d'élan de 300 à 400 mètres utilisée pour prendre le plus de vitesse possible
- la zone de chronométrage de 100 mètres (ou la vitesse instantanée est mesurée)
- la zone de ralentissement et d'arrêt de 500 à 600 mètres.

Doc 3 : Les différentes énergies utilisées en mécanique

L'énergie cinétique : correspond à celle d'un objet de masse m , se déplaçant à une vitesse instantanée V .

Pour être rigoureux, **on précisera soit l'instant considéré, soit la position correspondante.**

Exemple en G_3 , l'énergie cinétique a pour expression : $E_c(G_3) = \frac{1}{2} \times m \times V^2(G_3)$

Unités : J kg m^2/s^2

On rappelle qu'en G_3 , la vitesse instantanée a pour expression : $V(G_3) = [G_2 G_4] / 2\Delta t$

Unités : m/s m s

L'énergie potentielle de pesanteur : correspond à celle d'un objet de masse m , à une altitude z .

Exemple en G_3 , l'énergie potentielle de pesanteur a pour expression : $E_{pp}(G_3) = m \times g \times z(G_3)$

Unités : J kg N/kg m

Cette énergie existe (même sans déplacement), mais ne sera dévoilée, que si l'altitude de l'objet est modifiée (d'où le terme de **potentielle**)

Cette énergie dépend : - du poids de l'objet P (avec $P = m \times g_{(terre)}$, force d'attraction due à la terre, à la **pesanteur**)

- de l'altitude z (position relative de l'objet par rapport au centre de la terre)

l'altitude z est obligatoirement croissante de bas en haut (voir Doc 2)

La variation d'énergie **potentielle de pesanteur** est en rapport direct avec la notion du travail du poids de l'objet lors du mouvement, ce travail ne dépendant pas du chemin suivi mais seulement des altitudes initiale et finale.

Comme n'importera que la variation d'énergie potentielle, on s'intéressera à cette notion qu'entre 2 positions (initiale et finale)

Particularité de l'énergie :

la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur **dépendra de la référence arbitraire choisie pour les altitudes.**

Exemple sur le Doc 2 :

Si on choisit **la référence arbitraire choisie pour les altitudes** en G_0 ,

alors l'énergie potentielle de pesanteur **de référence** en G_0 , a pour valeur $E_{pp}(G_0) = 0 J$
conséquence : $E_{pp}(G_{11}) < 0 J$

Si on choisit **la référence arbitraire choisie pour les altitudes** en G_{11} , alors $E_{pp}(G_{11}) = 0 J$ et $E_{pp}(G_0) > 0 J$

L'énergie mécanique : correspond à la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle

Exemple en G_3 , l'énergie mécanique a pour expression : $E_m(G_3) = E_c(G_3) + E_{pp}(G_3)$

Unités : J J J

On dit que l'énergie mécanique est conservée si entre 2 positions, cette énergie garde la même valeur.

Exemple si $E_m(G_3) = E_m(G_{10})$ alors l'énergie mécanique est conservée entre 2 positions.

si $E_m(G_3) \neq E_m(G_{10})$ alors l'énergie mécanique n'est pas conservée entre 2 positions.

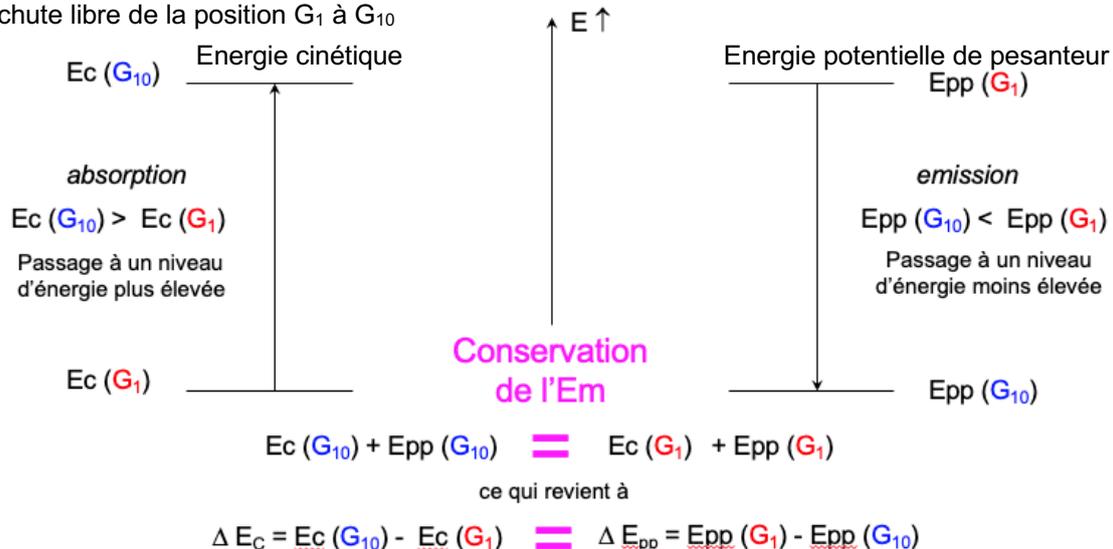
Doc 4 : Emission et absorption d'énergie (et représentation des niveaux d'énergie)

si $E(\text{ini}) > E(\text{fin})$ alors de l'énergie a été émise lors du passage de la position G_0 de la position G_{11}

si $E(\text{ini}) < E(\text{fin})$ alors de l'énergie a été absorbée lors du passage de la position G_0 de la position G_{11}

Le passage d'un état (niveau) énergétique à un autre est indiqué par une flèche (donnant le sens) de la transition.

Cas d'une chute libre de la position G_1 à G_{10}



Problématique :

Dans les conditions d'obtention du record du KL sur la piste de Vars, montrer qu'on peut en déduire la vitesse maximale limite que ne pourra jamais atteindre un skieur .

Déterminer le pourcentage d'énergie récupérée par l'air et la neige, lors du record du monde du KL sur la piste de Vars.

Travail préalable :

On utilisera pour cela un logiciel de pointage (type Aviméca, qui a l'avantage d'être un logiciel libre)

Aviméca : Ouvrir sous Aviméca le film « chute_2balles.avi » qui se trouve dans le dossier correspondant.

- 1) Régler la taille de l'image (adapter), l'aspect du pointeur.
- 2) Visualiser le film en vitesse normale
- 3) Etalonner les distances : on placera le centre du repère (dont l'axe vertical est dirigé vers le bas) sur la balle de droite à l'instant où elle quitte la main. La balle de droite a une masse de 100 g, celle de gauche 50 g.
L'échelle est la suivante :
Soit on prend comme référence des longueurs la distance entre le bas du mur et le bas de la feuille de papier suivant la verticale : 1,45 m. A l'aide du pointeur, vérifier que la distance entre ces 2 points est bien de 1,45 m.
- 4) Obtention des données concernant la trajectoire : Revenir à l'image correspondant au lâché (centre du repère).
Cliquer avec le pointeur sur les positions successives occupées par la balle et arrêter l'enregistrement des points à la dernière position que la balle occupe avant de toucher le sol.

Traitement des informations par un tableur (type Excel)

Excel : Aller ouvrir le fichier Excel dont le chemin d'accès vous sera indiqué par le professeur.

Retourner sur Aviméca et copier les données du tableau (tabulation) dans le presse papier.

Retourner sur Excel et coller sur la case C5.

Compléter la colonne de gauche, pour indexer chacune des positions par une notation :

G_0 pour la date $t = 0$ s , G_1 pour $t = 0,40$ s et ainsi de suite ...

Compétences à utiliser : conservation ou non de l'énergie mécanique.

A. Energie cinétique.

- 1) Notion : voir Doc 3
- 2) Détermination de l'énergie cinétique en un point de la trajectoire (E_c) :
 - a) Dans une colonne, déterminer pour chaque point de la trajectoire la valeur de la vitesse instantanée V
 - b) Dans une colonne, déterminer pour chaque point de la trajectoire la valeur de l'énergie cinétique correspondante

B. Energie potentielle de pesanteur.

- 1) Notion : voir Doc 3
- 2) Détermination de l'énergie potentielle de pesanteur en un point de la trajectoire (E_{pp}) :
Dans une colonne, déterminer pour chaque point de la trajectoire la valeur de cette énergie quand :
 - a) la référence des énergies potentielles de pesanteur, comme celle des altitudes est prise à l'instant initial du mouvement acquis précédemment avec Aviméca.
 - b) la référence des énergies potentielles de pesanteur, comme celle des altitudes est prise à la dernière position occupée par la balle avant qu'elle ne touche le sol dans le cadre du mouvement acquis précédemment

C. Energie mécanique.

- 1) Notion : voir Doc 3
- 2) Sur 2 graphiques différents, superposer les courbes représentant **en ordonnée les énergies** cinétique, potentielle de pesanteur, mécanique (E_m) pour les différents points de la trajectoire et **le temps en abscisse** :
 - a) quand la référence des énergies de pesanteur, comme celle des altitudes est prise à l'instant initial du mouvement.
 - b) quand la référence des énergies potentielles de pesanteur est prise à la dernière position occupée par la balle avant qu'elle ne touche le sol.

Montrer graphiquement que l'énergie mécanique est conservée, dans le cas de la chute libre.

Répondre à la problématique !