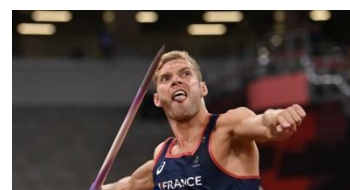
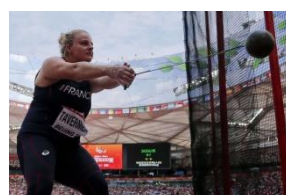


CONCOURS RÉGIONAL

Faites de la SCIENCE

Comment optimiser les lancers de nos athlètes aux JO?



Introduction

Nous sommes un groupe de 16 élèves de classe de troisième. Nous participons à un atelier sciences au collège couplé avec un partenariat « cordées de la réussite » avec le lycée de secteur. Nous avons décidé de choisir comme sujet « Comment optimiser les lancers de nos athlètes aux JO? ». Ce choix, parmi plusieurs proposés, s'est naturellement imposé dans la mesure où nous allons vivre une année fantastique avec les JO à Paris et que nous sommes encadrés par une professeure de mathématique et un de physique-chimie.

Nous avons commencé par regarder des vidéos de différentes épreuves sportives des JO et avons dégagé notre problématique.

Le projet était lancé...

Problématique

Quels sont les facteurs qui interviennent lors d'un lancer ? Comment les optimiser de manière à aboutir à la meilleure performance possible?

Développement

Explication de ce qui a été / va être fait:

➤ Formulation d'hypothèses :

Les premières séances ont servi à définir les différentes hypothèses. Pour cela, nous avons dans un premier temps réfléchi individuellement puis nous avons mis en commun nos idées. Après un temps d'échange, nous en avons dégagé un certain nombre. Nous nous sommes alors répartis le travail pour les tester.

➤ Validation ou non des hypothèses :

Nous avons réalisé quatre groupes. Chaque groupe avait comme objectif de tester leur hypothèse, en appliquant la démarche scientifique. Nous étions en totale autonomie, les professeurs nous fournissant le matériel demandé.

- Groupe 1 : influence de l'angle du lancer (*Allysson, Esthel, Elisa, Fabio, Sphiha, Shaksaani et Yoser*)
Après avoir résolu nos difficultés de « lanceur » (voir les problèmes rencontrés), nous avons dû trouver un moyen permettant de faire varier l'angle du lancer. Nous avons alors fixé le lanceur sur une planche avec différentes cales. Nous vérifions à chaque fois l'angle avec un rapporteur.
A partir de ce moment, nous avons pu mesurer la distance horizontale parcourue par la balle pour une même position du ressort (afin d'avoir une vitesse au départ identique) et avec des angles différents.
Notre conclusion : L'angle influence le lancer. C'est avec un angle de 45° que la distance parcourue est la plus grande. Notre hypothèse est validée.

- **Groupe 2** : influence de la vitesse du lancer (*Angéline, Anastasia, Inès, Othmane et Safa*)
Après avoir rencontré les mêmes difficultés que le groupe 1, nous avons cherché un dispositif permettant de fixer un angle. Nous avons fait le choix de coller le tube lanceur sur un plan incliné en bois. A partir de là, nous avons réalisé plusieurs tests : Nous avons tout d'abord placé à la sortie du tube une grande feuille blanche recouverte de sable. En compressant plus ou moins le ressort (ce qui simule des vitesses différentes), nous avons pu observer l'impact de la balle sur le sable. Notre constat a été le suivant : plus on comprime le ressort (plus la vitesse est a priori importante), plus la balle parcourt une grande distance.
Mais pour que notre hypothèse soit totalement validée, nous devons être capables de déterminer la vitesse de la balle à la sortie du tube. Pour cela, nous avons filmé chaque expérience puis nous avons utilisé un logiciel permettant d'obtenir une chronophotographie. Nous avons alors obtenu la courbe avec les différentes positions successives de la balle ainsi que le relevé des positions (horizontales et verticales). De là, nous avons pu calculer la vitesse (utilisation du théorème de Pythagore pour trouver la distance parcourue entre deux positions, la durée étant connue du fait du paramétrage de la chronophotographie).
Notre conclusion : Plus la vitesse de l'objet lancé est élevée, plus la distance horizontale parcourue est grande. Notre hypothèse est validée.

Des problèmes rencontrés...pour les groupes 1 et 2

Les principaux problèmes rencontrés ont été liés au système de propulsion. En effet, les premières idées nous poussaient à utiliser des nerfs. Mais nos tentatives se sont révélées être un échec : trop puissant, impossibilité d'obtenir des résultats fiables et reproductibles.

Nous avons ensuite pensé à envoyer une balle (type babyfoot) placée dans un demi-tube et propulsée par un ressort. Les premiers tests n'étant pas concluants (problèmes de trajectoires aléatoires et éjection trop lente de la balle), nous sommes arrivés au dispositif suivant : un tube fermé avec un ressort de compression.



- **Groupe 3** : influence de la hauteur à laquelle on effectue le lancer (*Elhachmi, Moustafa et Marius*)
Nous avons décidé de tester cette hypothèse en utilisant des nerfs. Nous avons positionné le lanceur de nerf à différentes hauteurs contre un mur du couloir en suivant la ligne du carrelage de manière à le placer horizontalement. Nous avons alors procédé à différents lancers de différentes hauteurs. Afin d'être de vérifier la validité des résultats, nous avons recommencé la même expérience à plusieurs reprises.
Notre conclusion : plus la hauteur au départ est élevée, plus la distance horizontale parcourue sera grande. Notre hypothèse est validée.

- Groupe 4 : influence de la masse et du volume de l'objet lancé (*Mathéo et Vadim*)

Même si lors d'un lancer, tous les athlètes ont le même objet (même masse et même volume), nous nous sommes posé la question de l'influence de ces deux grandeurs physiques. Nous avons décidé d'étudier la chute libre d'un objet. Ainsi, la vitesse et l'angle sont nuls, la hauteur fixe. On peut ainsi modifier soit la masse de l'objet, soit le volume.

Dans un premier temps, nous avons voulu étudier l'influence du volume. Pour cela, nous avons choisi trois objets de même masse mais de volumes différents. Nous les avons lâchés du premier étage du collège. L'objet ayant le plus grand volume est arrivé bien après celui ayant le plus petit volume. Le volume de l'objet lancé a une influence: les frottements de l'air en sont très certainement la cause.

Puis nous avons pris trois balles de pétanques en plastiques de même volume mais de masses différentes (une remplie de sable, une d'eau et une d'air). Nous avons refait la même expérience. Celle qui a une masse plus importante (sable) arrive en premier, puis celle remplie d'eau, enfin celle avec de l'air. Mais on remarque que la différence est nettement moins marquée que pour l'expérience avec le volume. La masse de l'objet lancé a une influence mais qui ne sont pas à priori liées aux frottements de l'air puisque le volume est identique.

Nous avons alors souhaité imaginer un dispositif permettant de ne pas tenir compte de l'air et refaire les expériences. Devant la complexité de notre demande, le professeur nous a proposé un dispositif « clef en main », à savoir le tube de Newton. Nous avons pu alors avoir les mêmes différences que précédemment avec le tube rempli d'air mais avons été très surpris une fois l'air retiré : les trois objets tombent en même temps, à la même vitesse. Cela conforte notre position quant à notre hypothèse sur les frottements de l'air pour le volume mais nous sommes totalement surpris en ce qui concerne la masse... Cela signifie que la masse d'un objet n'intervient pas au niveau d'un lancer (ici chute libre) !!!

➤ Comparaison avec la théorie :

Pour essayer de valider complètement nos hypothèses, nous avons cherché à comprendre le principe du lancer, d'un point de vue théorique. Nous avons fait des recherches et avons trouvé les lois de la physique qui s'appliquent au cours d'un lancer.

Ce que nous avons découvert :

- Notion de force :

Une force est un objet mathématique, un vecteur, qui permet de modéliser une action mécanique (action exercée par un acteur sur un receveur appelé système). Cette action provoque le mouvement (ou la modification) du système, sa déformation. Le vecteur est décrit suivant quatre caractéristiques (point d'application, une direction, un sens et une valeur en N).

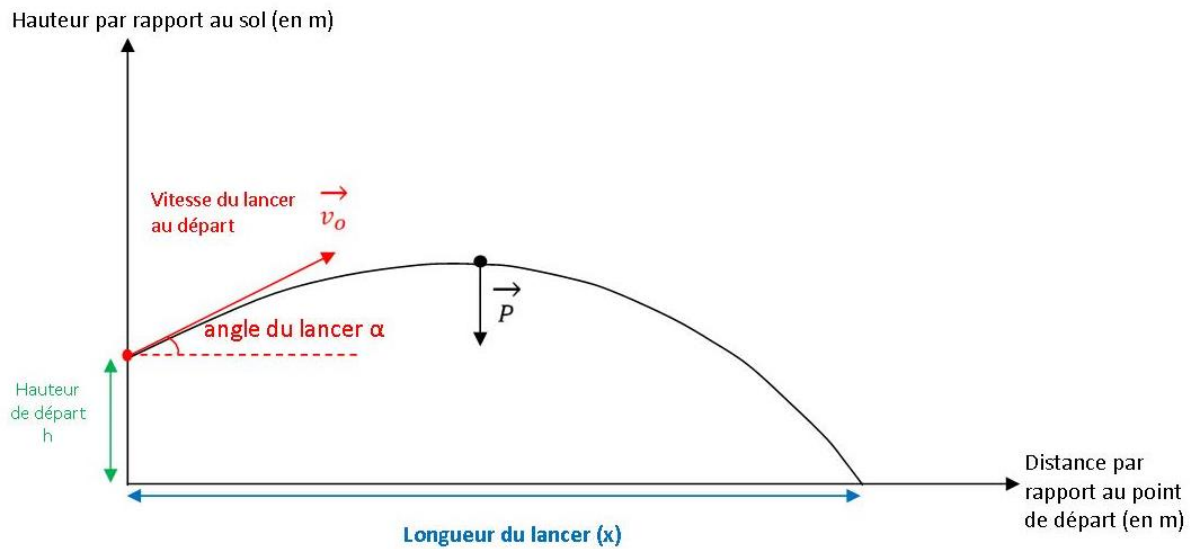
Lorsque l'objet (système) est lancé, seule l'interaction gravitationnelle agit sur lui.

On a donc $\vec{P} = m \times \vec{g}$ (on néglige les frottements de l'air).

- Lois de Newton :

- principe d'inertie et principe des actions réciproques
- principe fondamentale de la dynamique

Schéma représentant le lancer



- Formules obtenues :

seule celle correspondant à la longueur x nous intéresse dans notre problématique.

1^{er} cas : si $h=0$: (plus simple à analyser mathématiquement)

$$x = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

➤ Influence de l'angle : si $\alpha = 45^\circ$ alors $2\alpha = 90^\circ$

$$\text{On a donc } \sin 2\alpha = \sin 90^\circ = 1$$

Sachant que le sinus d'un angle est compris entre 0 et 1, on en déduit que la longueur atteinte est maximale pour un angle de 45° .

➤ Influence de la vitesse : On s'aperçoit que la longueur du lancer est proportionnelle au carré de la vitesse.

On en déduit bien que plus la vitesse du lancer est élevée, plus la longueur sera grande.

2nd cas : $h \neq 0$

$$x = \frac{v_0 \cos(\alpha)}{g} (v_0 \sin \alpha + \sqrt{((v_0 \sin \alpha)^2) + 2gh})$$

On constate que si la hauteur h augmente, alors la longueur du lancer également.

➤ Conclusion et prolongements possibles

- Pour remporter des médailles aux prochains JO, il faut lancer à un angle de 45° , avec la plus grande vitesse (qui dépendra du mouvement du lancer) et de la plus grande hauteur possible.
- Plus sérieusement, tout ce travail nous a permis de développer de nombreuses compétences : apprendre à travailler en autonomie et en groupe, raisonner et expérimenter à travers la mise en œuvre de la démarche scientifique, développer notre esprit critique...
- Dans la dernière partie de l'année, nous chercherons à rencontrer des sportifs pour valider nos théories.
- Nous accentuerons aussi le travail sur l'aspect mathématique : les fonctions permettant d'obtenir les trajectoires paraboliques, modélisation des trajectoires...

- Si on avait eu plus de temps... Réaliser une maquette ludique (jeu) permettant de mettre en œuvre les différents facteurs avec comme objectifs des tirs de précisions ou les plus lointains possibles...