

CONCOURS RÉGIONAL



Comment optimiser les lancers  
de nos athlètes aux JO?



PARIS 2024



## Introduction

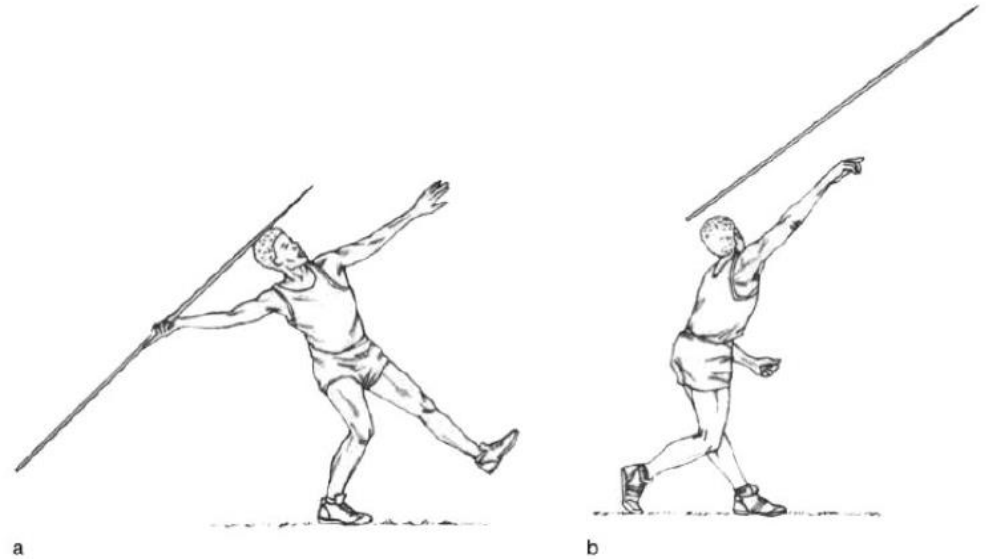
Nous sommes un groupe de 16 élèves de classe de troisième. Nous participons à un atelier sciences au collège couplé avec un partenariat « cordées de la réussite » avec le lycée de secteur.

Nous avons commencé par regarder des vidéos de différentes épreuves sportives des JO et avons dégagé deux problématiques.

## Problématiques :

Quels sont les facteurs qui interviennent lors d'un lancer ?

Comment les optimiser de manière à aboutir à la meilleure performance possible?



# 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.

Les hypothèses proposées sont:

- **La vitesse du lancer**
- **L'angle**
- **La hauteur à laquelle on lance**
- **La masse et le volume de l'objet**



# Hypothèse 1: la vitesse

*D'après nous, la vitesse  
exerce une influence sur la  
distance du lancer.*



## Expérience numéro 1

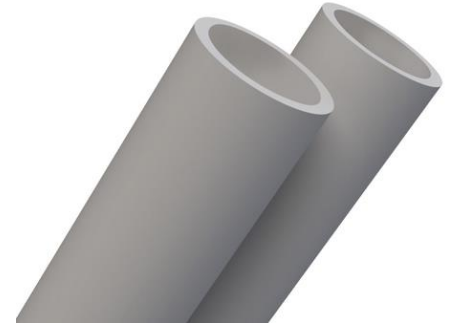


### **Matériels :**

- Deux crayons
- Des élastiques
- Du silicone qu'on a découpé en cercle pour faire office de support pour la balle.



- *Après de multiples essais, nous nous sommes rendus compte que le fait d'opter pour un lance pierre ne nous aiderait pas à répondre à notre problématique.*



## Expérience numéro 2



*Nous avons donc opté pour une seconde méthode:*

- *Une planche en bois en prisme droit à base triangulaire*
- *D'ajouter un tube en PVC que nous avons découpé pour obtenir un demi-cercle*
- *Coller notre lance pierre.*

*Résultat : l'angle variait trop.*





## Expérience numéro 3



*Nous avons donc décidé d'utiliser une toute autre stratégie avec des ressorts.*

- *Nous avons gardé la planche*
- *toujours avec le tube découpé en demi-cercle fixé dessus.*
- *Des ressorts*





## Expérience numéro 4



*Nous avons continué à faire des essais , nous nous sommes rendus compte qu'un tube cylindrique serait plus efficace.*



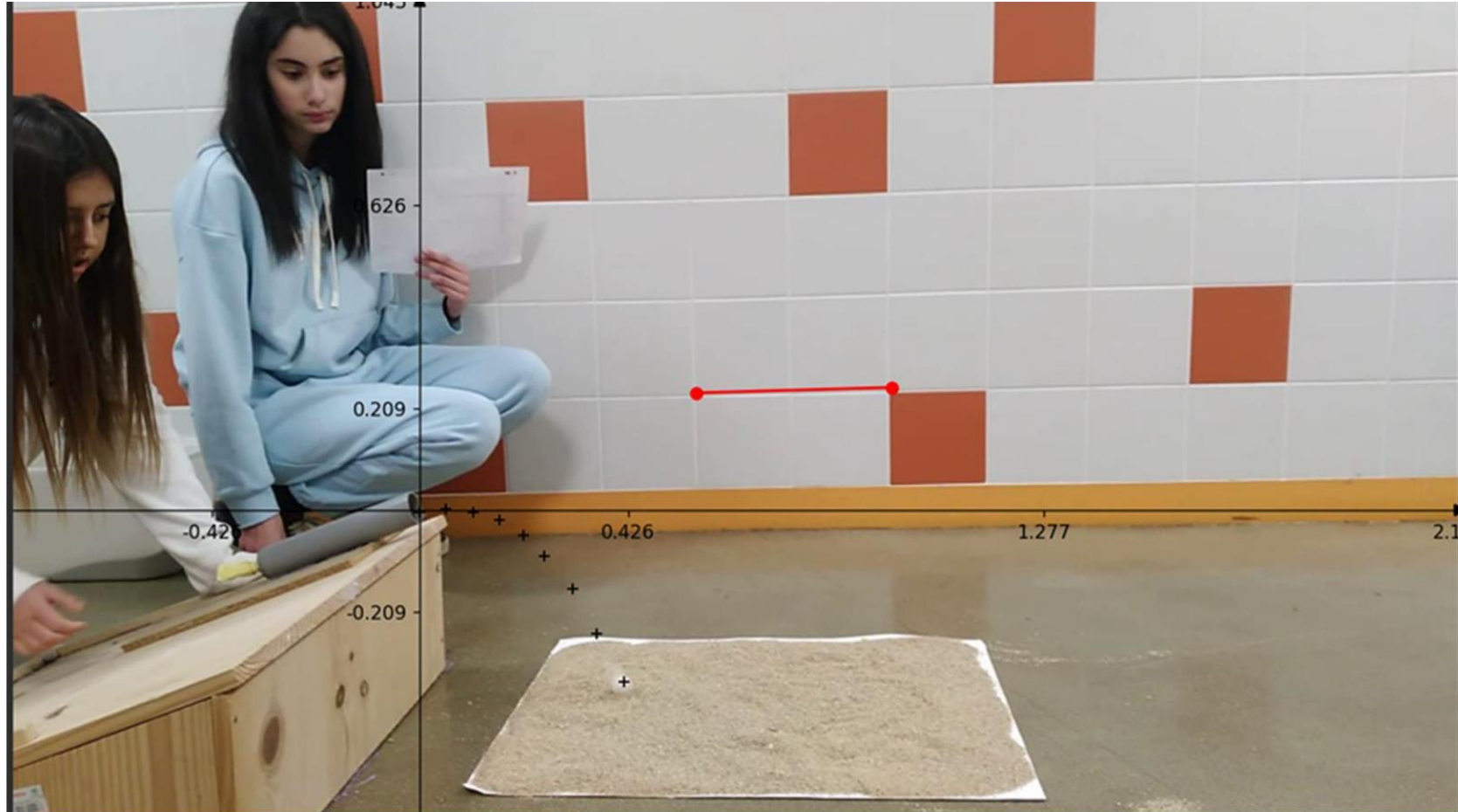
## Finalisation des expériences



- *Pour achever le système de lancement, nous avons appliqué du sable dans le but de mesurer parfaitement la distance.*
- *Nous avons utilisé un logiciel permettant de mesurer la distance et le temps en plaçant des points, puis en utilisant le théorème de Pythagore et la formule de la vitesse.*

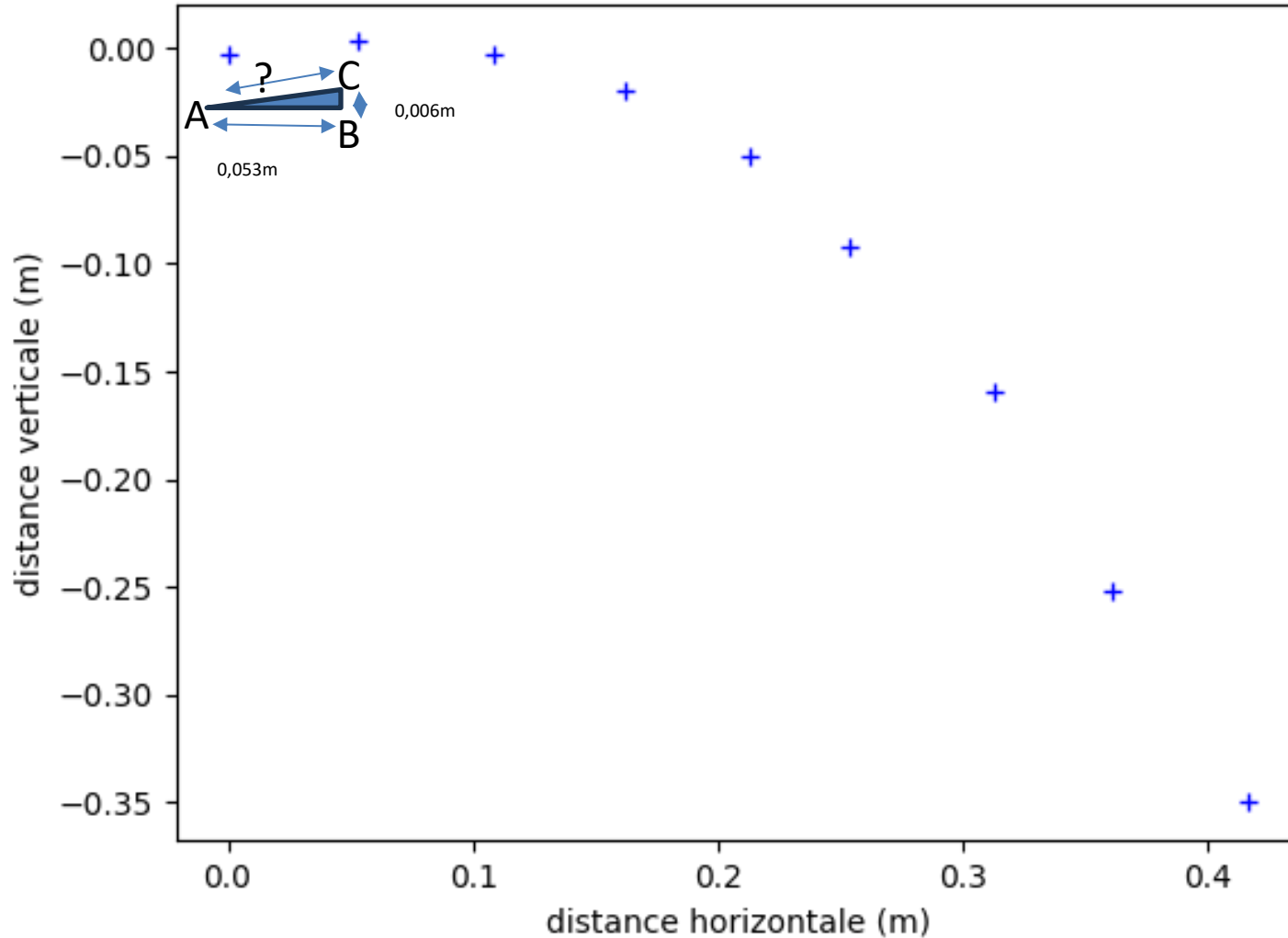


# Utilisation du logiciel Chronophys



## Calculs:

### lancer de la balle n°1



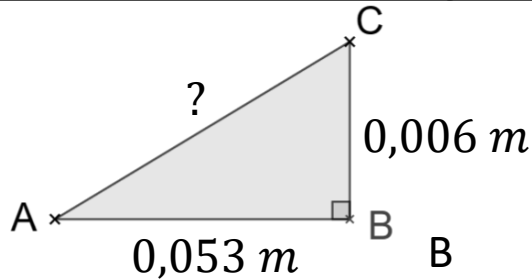
Lancer n°1

| Temps (s) | x (m) | y (m)  |
|-----------|-------|--------|
| 0,867     | 0     | -0,003 |
| 0,9       | 0,053 | 0,003  |
| 0,933     | 0,109 | -0,003 |
| 0,967     | 0,162 | -0,02  |
| 1         | 0,213 | -0,05  |
| 1,033     | 0,254 | -0,092 |
| 1,067     | 0,313 | -0,159 |
| 1,1       | 0,361 | -0,252 |
| 1,133     | 0,417 | -0,35  |

- Pour connaître AC nous devons utiliser le théorème de Pythagore



## Calcul de la vitesse pour le lancer n°1:



- Le triangle ABC est rectangle en B.

D'après le théorème de Pythagore :

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$AC^2 = 0,053^2 + 0,006^2$$

$$AC^2 = 0,002809 + 0,000036$$

$$AC^2 = 0,002845$$

$$AC = \sqrt{0,002845}$$

$$AC \approx 0,053 \text{ m}$$

- On cherche la vitesse de la balle au premier lancer

- La formule est  $V = \frac{D}{\Delta T}$
- Les données sont  $D = 0,053 \text{ m}$  et  $\Delta T = 0,033 \text{ s}$

- Pas de conversion
- Application numérique :

$$V = \frac{0,053 \text{ m}}{0,033 \text{ s}} \approx 1,60 \text{ m/s}$$

- La vitesse de la balle au premier lancer est de environ  $1,6 \text{ m/s}$

Lancer n°1

| Temps (s) | x (m) | y (m)  |
|-----------|-------|--------|
| 0,867     | 0     | -0,003 |
| 0,9       | 0,053 | 0,003  |
| 0,933     | 0,109 | -0,003 |
| 0,967     | 0,162 | -0,02  |
| 1         | 0,213 | -0,05  |
| 1,033     | 0,254 | -0,092 |
| 1,067     | 0,313 | -0,159 |
| 1,1       | 0,361 | -0,252 |
| 1,133     | 0,417 | -0,35  |

## **Conclusion:**

- Nous avons fait de même pour les 2 autres lancers.
- Grâce aux résultats obtenus nous avons pu en conclure que plus la vitesse est grande, plus la distance le sera.
- Notre hypothèse est validée par l'expérimentation.

Lancer n°2

| Temps (s) | x (m) | y (m)  |
|-----------|-------|--------|
| 1,5       | 0,032 | 0,016  |
| 1,533     | 0,132 | 0,054  |
| 1,567     | 0,23  | 0,073  |
| 1,6       | 0,321 | 0,07   |
| 1,633     | 0,413 | 0,051  |
| 1,667     | 0,519 | 0,016  |
| 1,7       | 0,61  | -0,049 |
| 1,733     | 0,721 | -0,127 |
| 1,767     | 0,821 | -0,216 |
| 1,8       | 0,929 | -0,319 |
|           |       |        |

Résultats obtenus :

Vitesse : 3,21 m/s

Distance : 0,929m



Lancer n°3

| Temps (s) | x (m) | y (m)  |
|-----------|-------|--------|
| 3,167     | 0,06  | 0,014  |
| 3,2       | 0,164 | 0,055  |
| 3,233     | 0,27  | 0,066  |
| 3,267     | 0,383 | 0,066  |
| 3,3       | 0,495 | 0,049  |
| 3,333     | 0,604 | 0,014  |
| 3,367     | 0,728 | -0,035 |
| 3,4       | 0,846 | -0,112 |
| 3,433     | 0,964 | -0,193 |
| 3,467     | 1,073 | -0,299 |
| 3,5       | 1,171 | -0,38  |

Résultats obtenus :

Vitesse : 3,42 m/s

Distance : 1,171m



# Hypothèse 2: l'angle

Nous pensons que l'un  
des facteurs qui influence  
le lancer est l'angle.  
L'angle idéal serait de  $45^\circ$ .





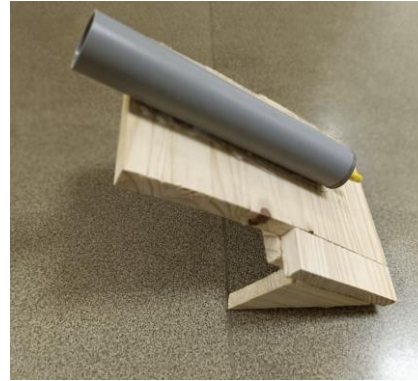
# Plusieurs essais avant de trouver le bon dispositif expérimental...

- Un avec un nerf : problème d'angle
- Un avec un demi-tube en PVC : trajectoire aléatoire
- Un avec un mesureur d'angle : problème de stabilité
- Enfin, nous avons réalisé ce projet fiable.



# Protocole expérimental:

- Placer le projet d'expérience sur le sol en réglant sur l'angle choisi.
- Marquer le sol tous les 1,50 m à l'aide d'une craie.
- Mettre une balle dans le tube et tirer.
- Marquer le point d'atterrissage de la balle à l'aide d'une craie.
- Noter les résultats.
- Renouveler l'expérience avec d'autres angles.



# Résultats

| Angle/essai | 1 <sup>er</sup> essai | 2 <sup>ème</sup> essai | 3 <sup>ème</sup> essai |
|-------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 10°         | 2,47 <i>m</i>         | 2,53 <i>m</i>          | 2,56 <i>m</i>          |
| 20°         | 2,96 <i>m</i>         | 2,92 <i>m</i>          | 3,04 <i>m</i>          |
| 40°         | 3,56 <i>m</i>         | 3,49 <i>m</i>          | 3,62 <i>m</i>          |
| 45°         | 3,92 <i>m</i>         | 3,86 <i>m</i>          | 4,06 <i>m</i>          |
| 50°         | 3,40 <i>m</i>         | 3,28 <i>m</i>          | 3,55 <i>m</i>          |
| 60°         | 3,12 <i>m</i>         | 3,06 <i>m</i>          | 3,20 <i>m</i>          |

# Résultats

| Angle/essai | 1 <sup>er</sup> essai | 2 <sup>ème</sup> essai | 3 <sup>ème</sup> essai |
|-------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 41°         | 3,63 <i>m</i>         | 3,57 <i>m</i>          | 3,75 <i>m</i>          |
| 42°         | 3,70 <i>m</i>         | 3,63 <i>m</i>          | 3,82 <i>m</i>          |
| 43°         | 3,77 <i>m</i>         | 3,72 <i>m</i>          | 3,90 <i>m</i>          |
| 44°         | 3,85 <i>m</i>         | 3,80 <i>m</i>          | 3,99 <i>m</i>          |
| 45°         | 3,92 <i>m</i>         | 3,86 <i>m</i>          | 4,06 <i>m</i>          |
| 46°         | 3, 80 <i>m</i>        | 3,75 <i>m</i>          | 3,95 <i>m</i>          |
| 47°         | 3,70 <i>m</i>         | 3,65 <i>m</i>          | 3,88 <i>m</i>          |

# Conclusion:

L'angle de tir qui lance le plus loin est  $45^\circ$ .  
**Notre hypothèse est validée.**



# **Hypothèse 3: la hauteur**

*Nous pensons que la distance du lancer augmente si la hauteur depuis laquelle on effectue le lancer augmente aussi.*

Matériel: pistolet nerf, un mètre,  
une ligne de carrelage



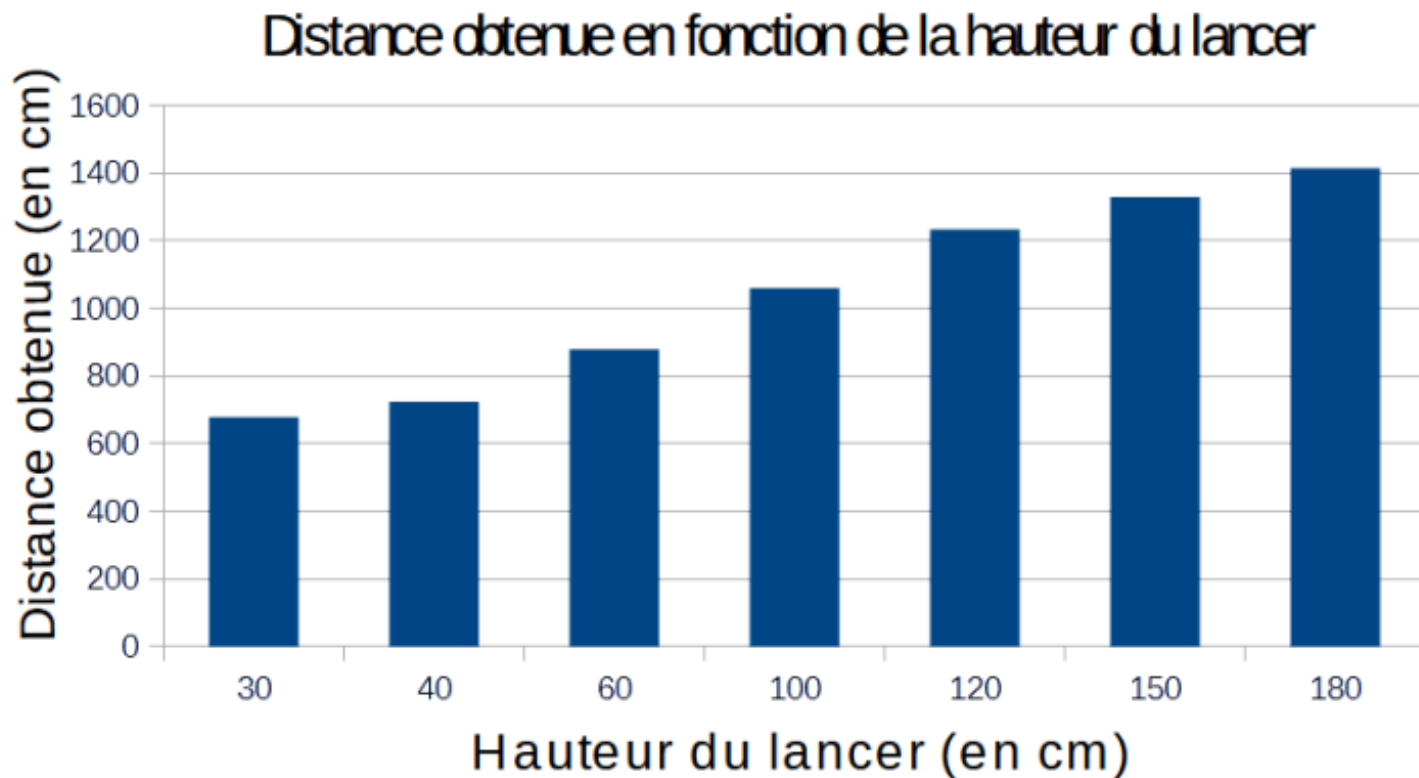


# Protocole expérimental:

- Placer le nerf à la hauteur voulue.
- Le positionner horizontalement grâce à la ligne du carrelage pour ne pas faire varier l'angle du lancer.
- Mesurer la hauteur.
- Effectuer le tir
- Mesurer la distance parcourue par le projectile.
- Renouveler l'expérience avec différentes hauteurs.



# Résultats



# Conclusion:

Si la hauteur augmente, la distance du lancer va augmenter aussi.

**Notre hypothèse est validée.**



# **Hypothèse 4:** **la masse et le volume de l'objet**

*Est-ce que la masse influence un  
lancer ?*

*Est-ce que le volume influence le  
lancer ?*

# Est-ce que la masse influence un lancer ?

Pour tester notre hypothèse, nous avons suivi le protocole suivant :

- Choix de balles de masse différentes mais de volume identique
- Les lâcher en même temps.
- Réaliser une chronophotographie
- Observer les résultats
- Refaire l'expérience à plusieurs reprises

Observation: nous constatons que les balles les plus lourdes arrivaient en premières.

Conclusion: La masse de l'objet influence le lancer.



# Est-ce que le volume influence un lancer ?

Pour tester notre hypothèse, nous avons suivi le protocole suivant :

- Choix des objets de volumes différents mais de masse identique.
- Les lâcher en même temps.
- Réaliser une chronophotographie.
- Observer les résultats.
- Refaire l'expérience à plusieurs reprises.

Observation: nous constatons que les objets de plus petit volume touchent le sol en premier.

Conclusion: Le volume de l'objet influence le lancer.



# 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.

Cette action provoque le mouvement 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:

Tout corps conservera son état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite dans lequel il se trouve, à moins qu'une force ne soit appliquée sur ce corps.

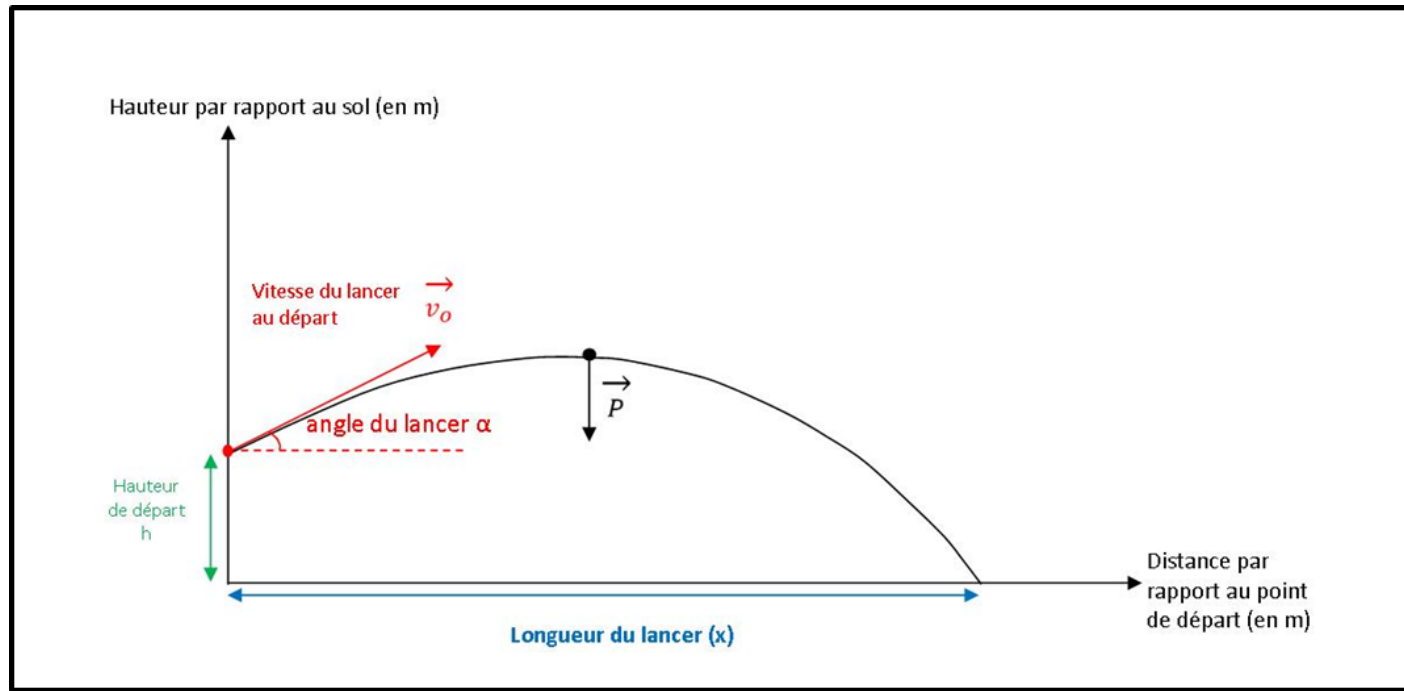
## - Principe des actions réciproques:

Lorsqu'un corps A exerce une force sur un corps, le corps B exercera une force sur le corps A de même grandeur, mais dans le sens opposé.

## - Principe fondamentale de la dynamique:

Elle met en relation la masse d'un objet, et l'accélération qu'il reçoit si des forces lui sont appliquées.

## Schéma représentant le lancer



- Formules obtenues : seule celle correspondant à la longueur  $x$  nous intéresse dans notre problématique.

• 1<sup>er</sup> cas: Si  $h = 0$  (plus facile à analyser)

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

• 2<sup>nd</sup> cas: Si  $h \neq 0$

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

# Retour sur nos hypothèses...

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

## 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

**Notre hypothèse est confirmée!**

## Influence de l'angle :

Le sinus d'un angle est maximal (égale à 1) quand l'angle vaut  $90^\circ$ .

Pour que  $x$  soit maximal, il faut que  $\sin(2\alpha) = 1$

C'est-à-dire  $2\alpha = 90^\circ$

Donc  $\alpha = 45^\circ$ .

On en déduit que la longueur atteinte est maximale pour un angle de  $45^\circ$ .

**Notre hypothèse est confirmée!**

## Influence de la hauteur :

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

**Notre hypothèse est confirmée!**

# Et pour la masse et le volume ??

On constate que ni la masse, ni le volume de l'objet n'interviennent dans la formule.  
Nos conclusions semblent fausses!

Nous avons donc une hypothèse:

La résistance de l'air n'est pas prise en compte entre la théorie et l'expérimentation.

Les frottements de l'air interviendraient au cours de la chute en fonction de la masse et du volume de l'objet.

Expérimentation: Nous avons cherché un système permettant de reproduire les mêmes expériences précédemment réalisées mais sans qu'il y ait de l'air.

Nous avons pu acheter un dispositif appelé « tube de newton ».



# Expérience

**Dispositif:** C'est un tube hermétique où l'on peut aspirer l'air contenu à l'intérieur. 3 objets sont placés à l'intérieur: un bouchon en liège, un petit morceau de plastique et une plume.

## **Résultats:**

- Tube rempli d'air: Les trois objets ne chutent pas à la même vitesse.

Cela correspond à ce que nous avons observé.

- Tube sans air (vide):

Les trois objets tombent à la même vitesse.

La masse et la volume n'interviennent pas au cours de la chute d'un objet dans le vide.

Ce sont bien les frottements de l'air qui influencent le lancer en fonction de la masse et le volume de l'objet.

**Notre hypothèse est confirmée!**



# Conclusion



- Pour remporter des médailles aux prochains JO, il faut lancer à un angle de  $45^\circ$ , avec la plus grande vitesse (qui dépendra du mouvement du lancer) et de la plus grande hauteur possible.
- Afin de minimiser les frottements de l'air, il vaut mieux attendre que le vent souffle dans le bon sens pour optimiser la performance.

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...