

Travaux à initiative personnelle encadrés

Le canon magnétique : étude et
modélisation.

Problématique

Dans quelle mesure le canon à billes peut-il conférer au projectile une très grande vitesse ?

Plan

I. Cadre théorique

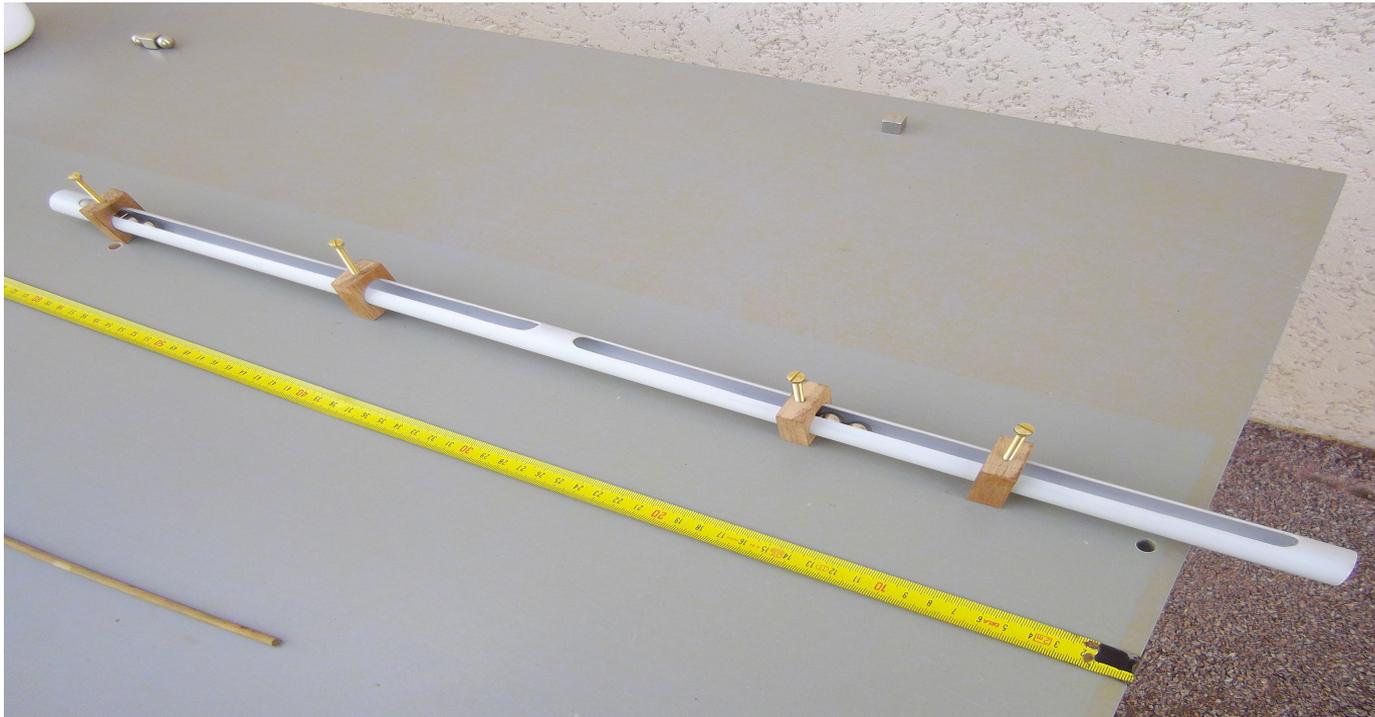
II. Comparaison expérimentale

III. Comparaison à un canon de type bobine

I. Cadre théorique

Principe : Alignement de billes + aimant(s) permanent(s)

- Choc \longrightarrow Bille à l'extrémité propulsée



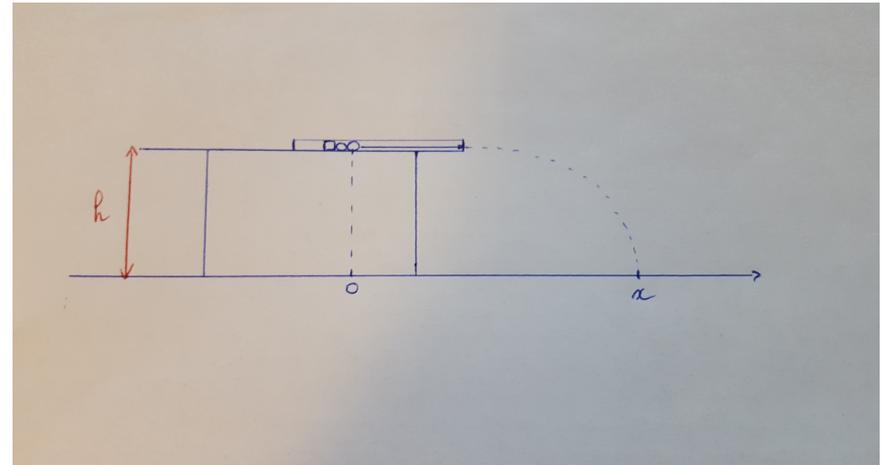
- Théorème de l'énergie cinétique : $V = \sqrt{\frac{2n(U_i - U_f)}{m}}$
- n=nombre d'aimants
- U_i =énergie initiale du système
- U_f =énergie finale du système
-
- D'après McDonald : $U_i - U_f = 0,052 \frac{np^2}{a^3}$
- a=côté de l'aimant
- p=moment magnétique de l'aimant

II. Vérification expérimentale

- Méthode de mesure de vitesse
- Pointage trop peu précis

- PFD : $v = \sqrt{\frac{g}{2h}} \cdot x$

- h = hauteur du support
- g = accélération pesanteur
- x = abscisse de la chute



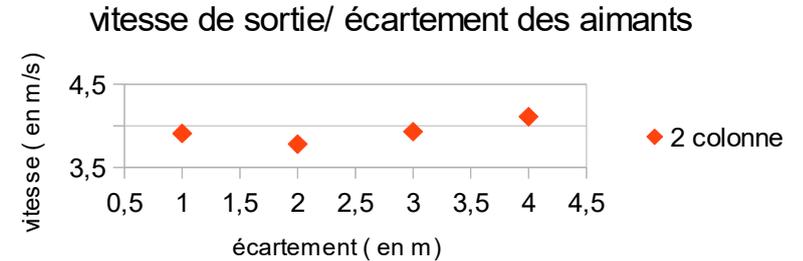
Bille non magnétique 1 aimant

- | | | | | |
|------------|------|------|------|------|
| X (en m) | 1,17 | 1,17 | 1,18 | 1,20 |
| V(en m/s) | 2,95 | 2,95 | 2,97 | 3,02 |
-

- D'où : vitesse moyenne = 2,97m/s
- On trouve : $v = 3,02 \sqrt{\frac{1}{n}}$
- Donc $V_{th}(1) = 3,02\text{m/s} \Rightarrow \text{Erreur} = 1,66\%$

Bille non magnétique 2 aimants

	xmoy(m)	Vmoy (m/s)
Séparés de 10cm	1,55	3,91
Séparés de 20cm	1,50	3,78
Séparés de 30cm	1,56	3,93
Séparés de 50cm	1,63	4,11



- $V_{th}(2) = 4,27\text{m/s} \Rightarrow 3,75\% < \text{Erreur} < 11,48\%$

Bille non magnétique 3 et 4 aimants

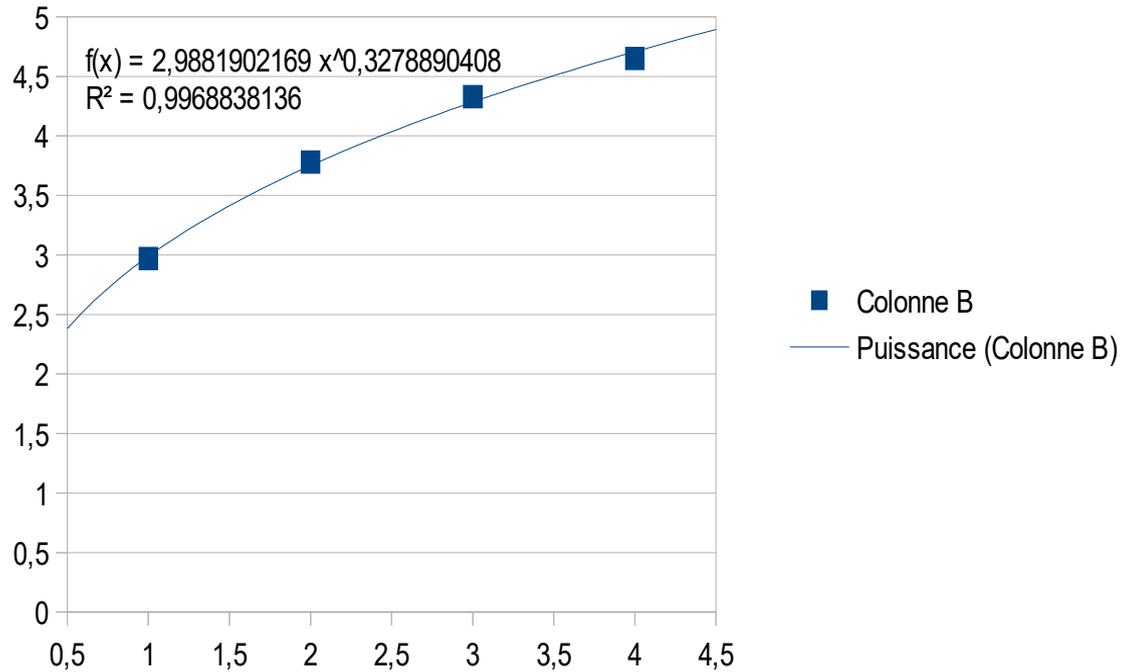
	xmoy(en m)	vmoy(en m/s)
Séparés de 20cm	1,72	4,33
Séparés de 30cm	1,75	4,41

- 4 aimants espacés de 20 cm : $x_{moy} = 1,84$ m
donc $v_{moy} = 4,65$ m/s

- L'étude théorique donne :
- $V_{th}(3) = 5,23$ m/s
- Erreur de : 17,2%
- L'étude théorique donne :
- $V_{th}(4) = 6,04$ m/s
- Erreur de : 23,0%

BILAN

$$V = \sqrt{\frac{2n(U_i - U_f)}{m}}$$

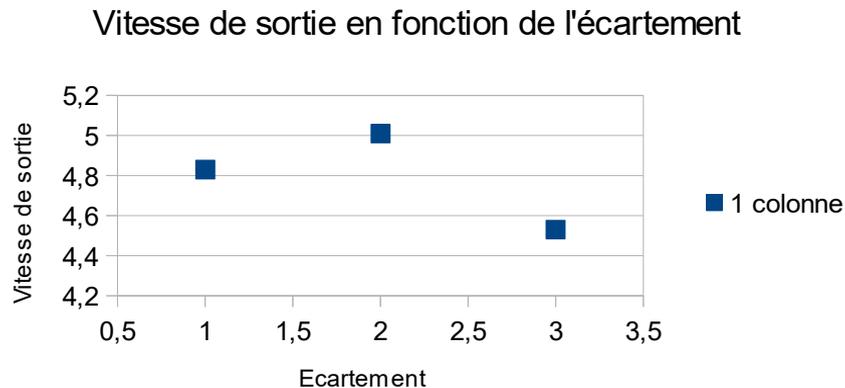


Bille magnétique 1 aimant

- $X_{\text{moy}} = 2,21 \text{ m}$ d'où
 $V_{\text{moy}} = 5,57 \text{ m/s}$

Bille magnétique 2 aimants

	Xmoy(en m)	Vmoy (en m/s)
Séparés de 10 cm	1,92	4,83
Séparés de 20 cm	1,99	5,01
Séparés de 30 cm	1,80	4,53

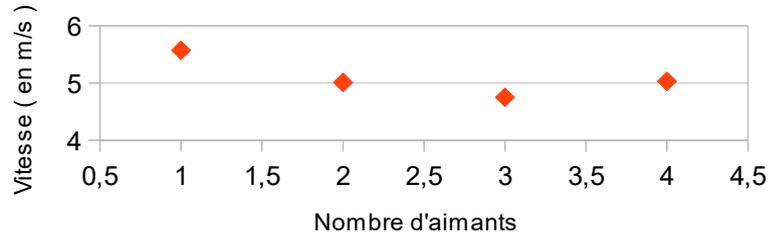


Bille magnétique 3 et 4 aimants

- 3 aimants (espacement de 20 cm) :
- $X_{moy} = 1,89m$,
- $V_{moy} = 4,75m/s$
- 4 aimants (espacement de 20 cm) :
- $X_{moy} = 2,00m$,
- $V_{moy}=5,03m/s$

BILAN

Vitesse en fonction du nombre d'aimants



- Vitesse plus importante
- Pas de conclusion possible pas de monotonie

III. Comparaison avec un canon de type bobine



-
-
-
- TEM : $E_m = cte : v = \sqrt{\frac{2\mu B}{m}} = \sqrt{\frac{2NI\mu\mu_0}{mL}}$

-
- On mesure p avec la relation : $p = \frac{2\pi z^3}{\mu_0} B$

Petit et grand aimant

- Théorique

Courant (A)	Champ magnétique (mT)	Vitesse de l'aimant (m/s)
3,8	5,9	4,48
2,0	3,0	3.22

Courant (A)	V(m/s)	Vmoy(m/s)	Erreur
3.8	2.21,2.38,2.72,2,35	2.44	45.5%
2.0	2.05,2.00,1.89.1,98	1.98	38.5%

Courant (A)	Champ magnétique (mT)	Vitesse de l'aimant (m/s)
3,9	5,9	8,9
2,0	3,0	6,3

Courant (A)	V(m/s)	Vmoy(m/s)	Erreur
3,9	3.45,4.02,3.87,3.56	3.72	58.2%
2,0	3.02,2.91,3.12,2.99	3,01	52.2%

Conclusion

- Résultats peu en adéquation avec la théorie
- Résultats cohérents
- Frottements négligés si :
- Peu d'étages, courant faible

Annexe

- Petit aimant
 - Masse : 2,6g
 - Moment magnétique : $17,3\text{A.m}^2$
- Gros aimant
 - Masse : 10g
 - Moment magnétique : $10,5\text{A.m}^2$