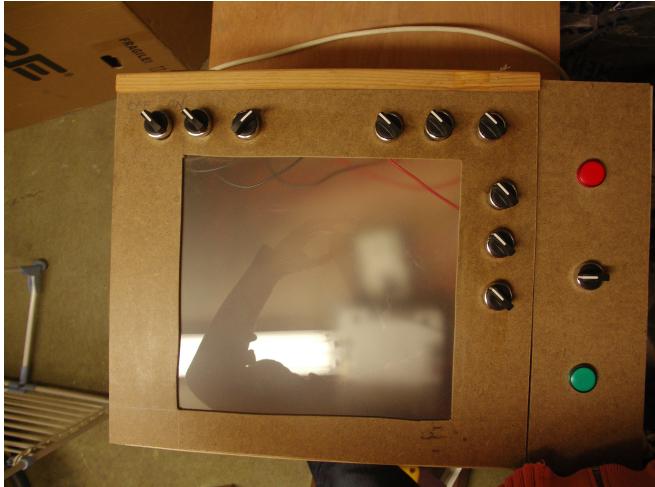


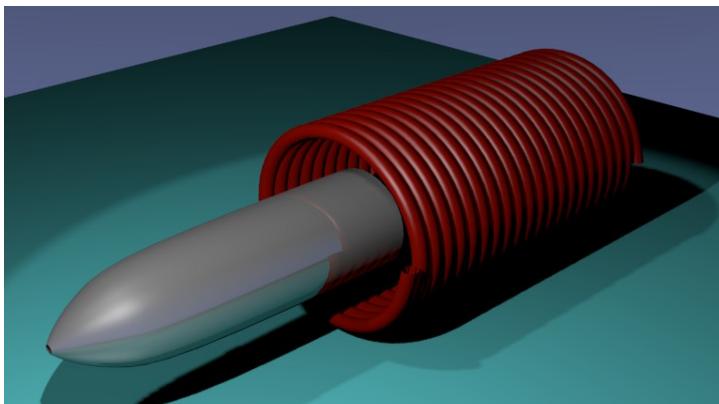
Canon électromagnétique

I - Conception



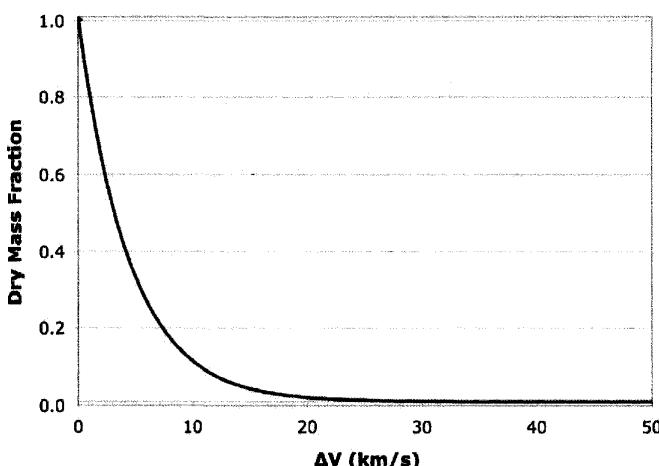
- Principe
- Dimensionnement
- Maquette

II - Mesures expérimentales



- Outils de mesure
- Vitesse
- Confrontation

III - Bilan du système



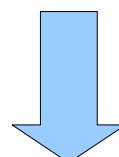
- Rendement
- Optimisations

Objectif

Accélérer un projectile à l'aide d'énergie électrique

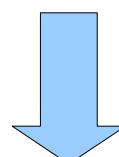
1

Énergie électrique :
courant monophasé 50 Hz du réseau E.R.D.F.



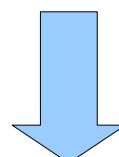
2

Transformation de l'énergie électrique
en énergie électromagnétique



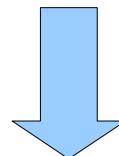
3

Phénomène d'induction dans le projectile



4

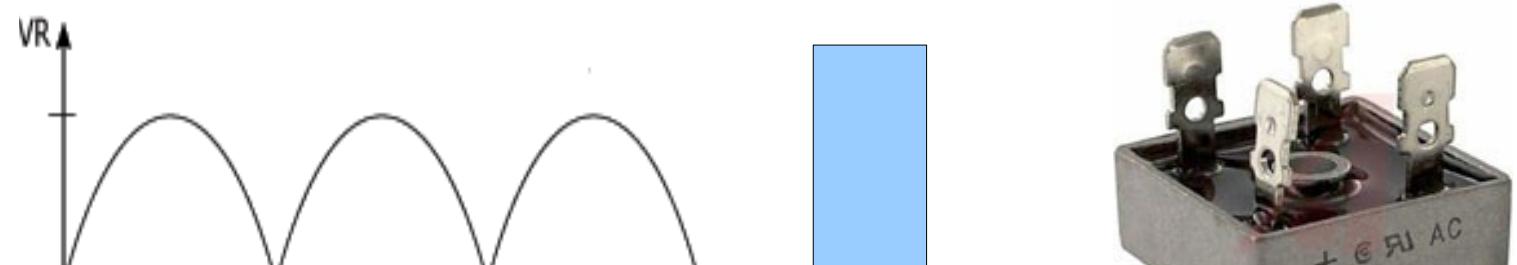
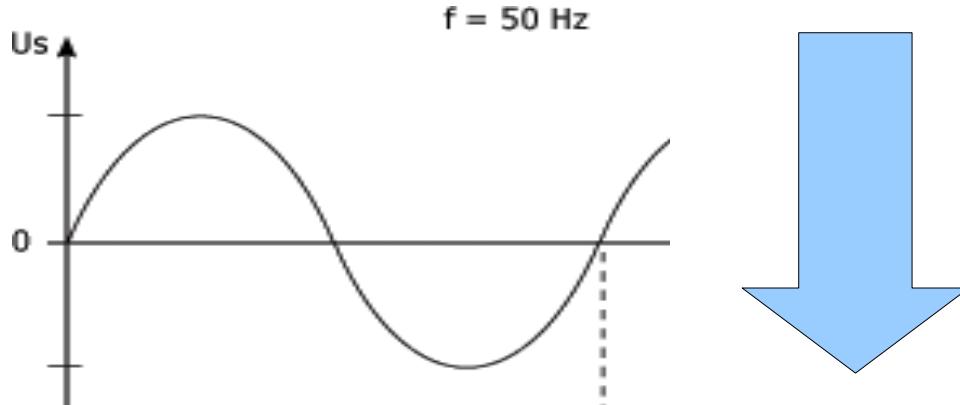
Force de Laplace sur le projectile



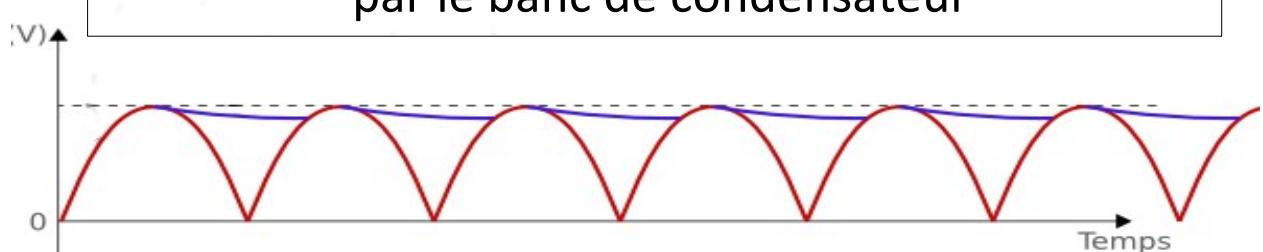
5

Énergie mécanique de translation

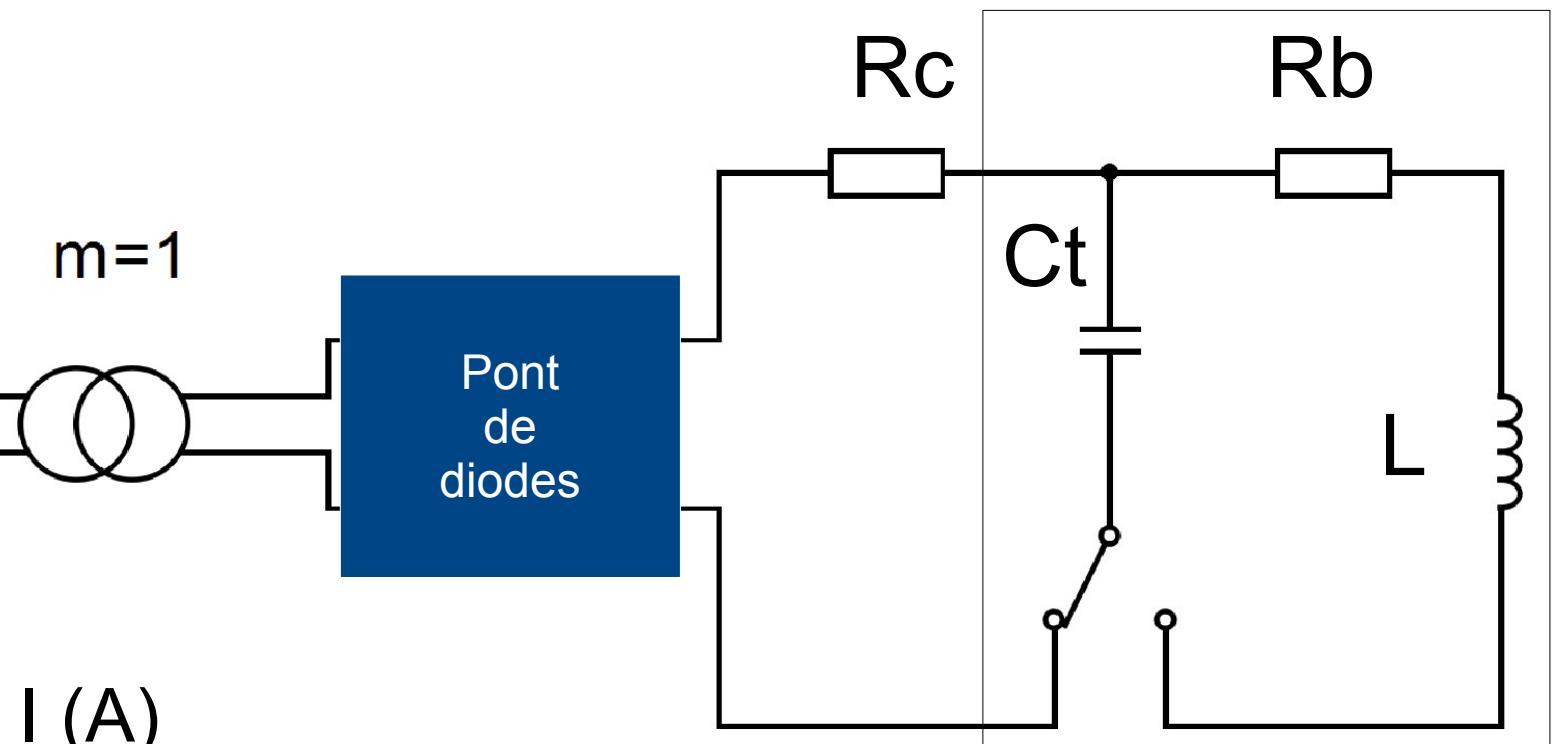
Énergie électrique :
230V monophasé 50 Hz du réseau E.R.D.F.



Lissage et stockage de l'énergie
par le banc de condensateur



Circuits de charge et de décharge



Décharge

$$T_c = 3 \text{ s}$$

$$I_c = 0.25 \text{ A}$$

$$R_b = 4,7 \text{ Ohm}$$

$$L = 5,6 \text{ mH}$$

$$C_t = 250 \text{ à } 1000 \mu\text{F}$$

$$T_{\max} = 173 \mu\text{s}$$

$$I_{\max} = 25 \text{ A à } 110 \text{ A}$$

t (s)

0.01

0.02

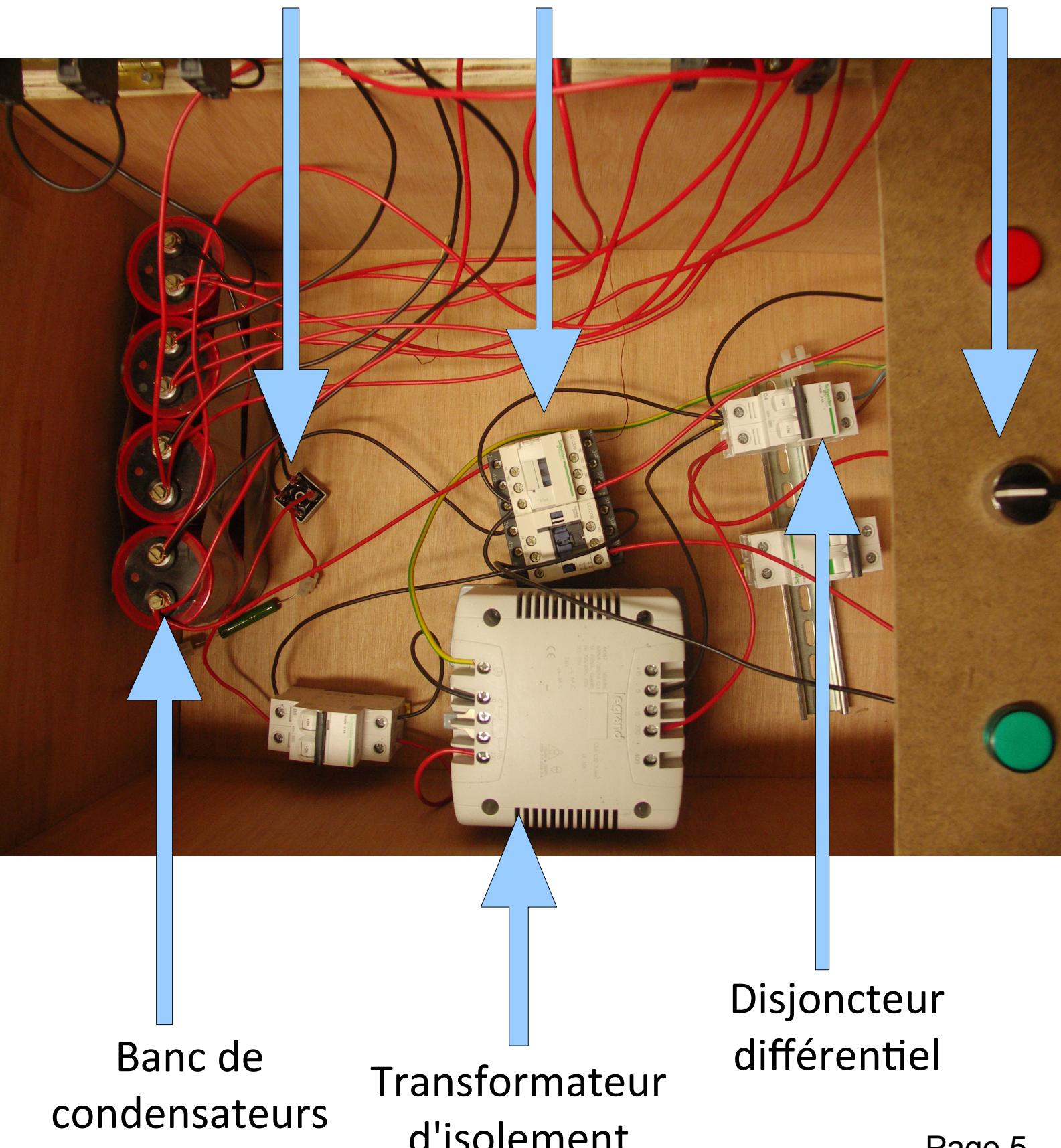
0.03

Maquette

Pont de
diodes

Contacteur
H.P.

Commande
charge/décharge



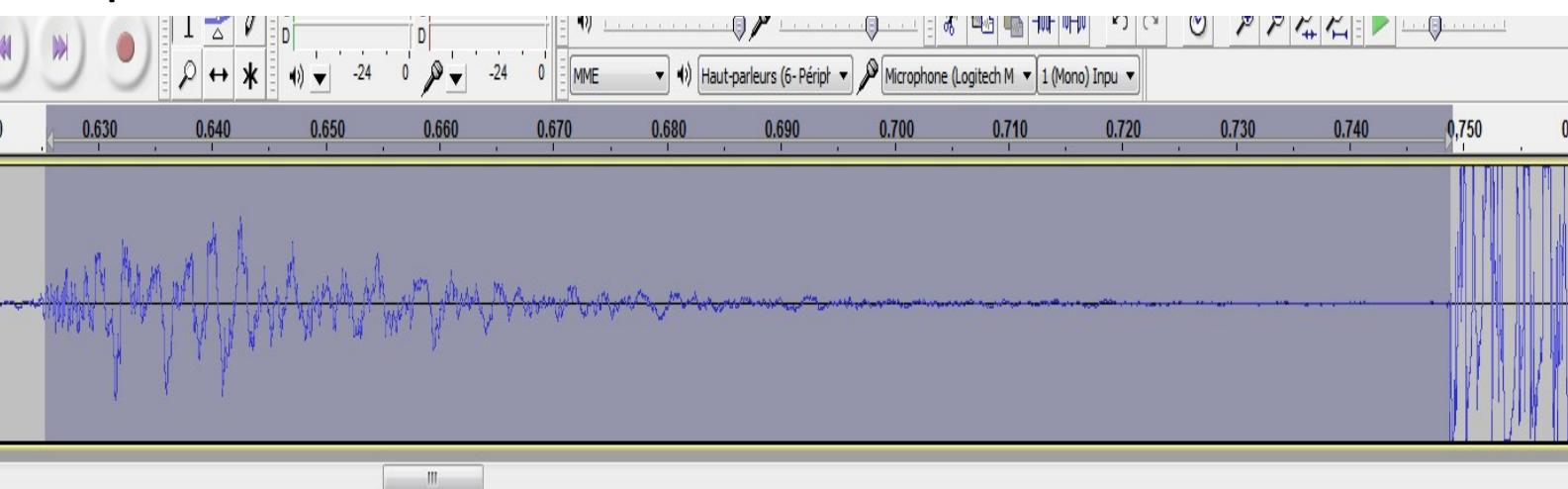
Banc de
condensateurs

Transformateur
d'isolement

Disjoncteur
différentiel

Protocole expérimental

Acquisition sonore



Zone
d'impact

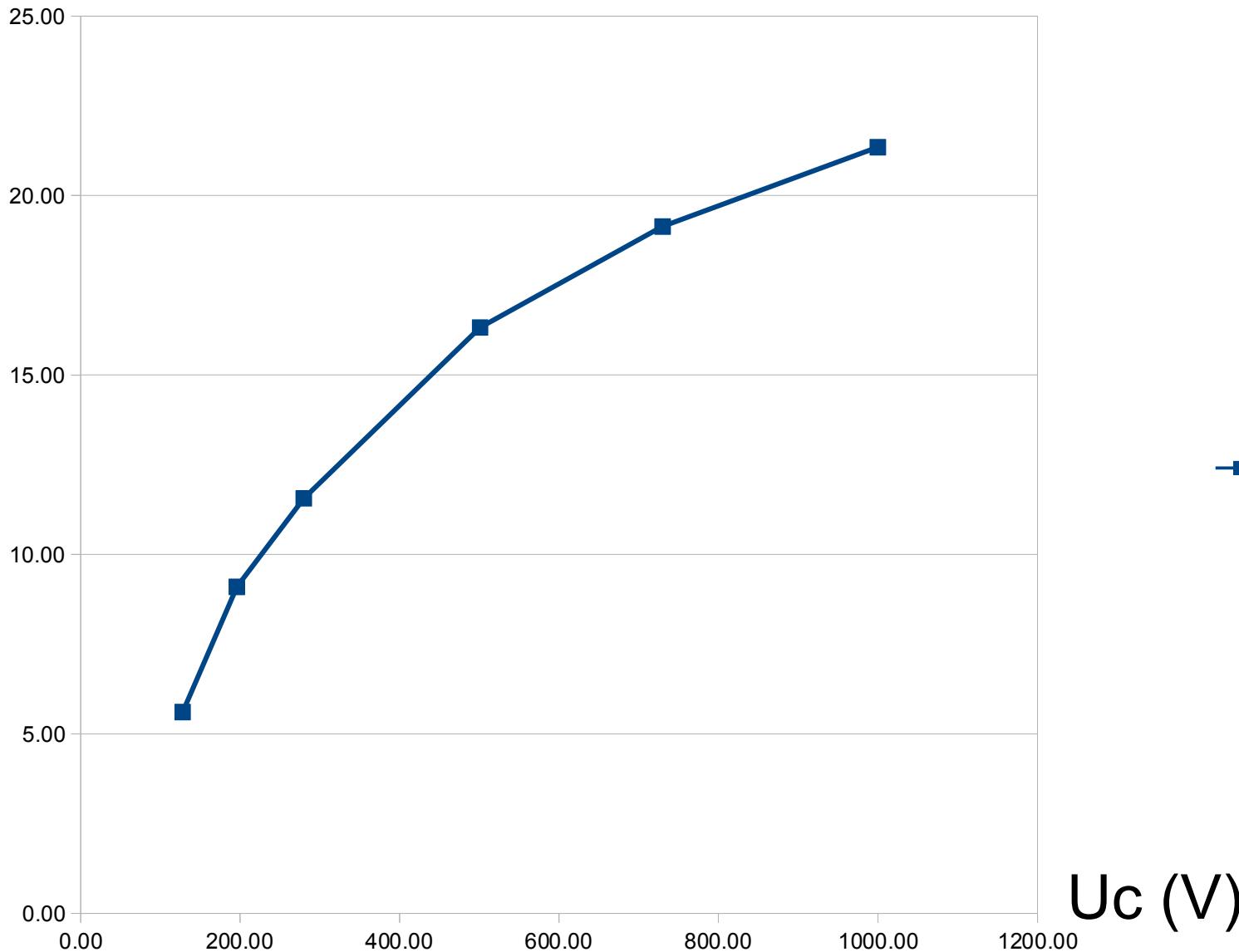
Distance parcourue 111 cm

Position
initiale



Mesures

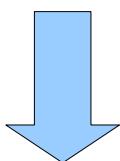
Vitesse (m/s)



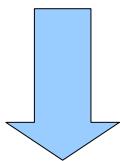
Vitesse maximale : 21,6 m/s = 76,7 km/h

Modélisation

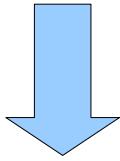
Champ magnétique sur l'axe d'une bobine



Calcul du courant de Foucault induit dans le projectile



Calcul de la force de Laplace qui s'exerce sur le projectile



Intégration numérique de l'équation différentielle de mouvement

$$B(z) = \frac{1}{2} \mu_0 I(t) g(z)$$
$$g(z) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{Lb}{2} + z\right)^2}} + \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{Lb}{2} - z\right)^2}}$$

$$\Phi = \iint \vec{B}(z) \cdot d\vec{S}$$

$$A_r = B_z \frac{r^2}{2}$$

$$\vec{j} = -\gamma \frac{g(z)}{2} r \frac{dI}{dt} \vec{e}_\theta$$

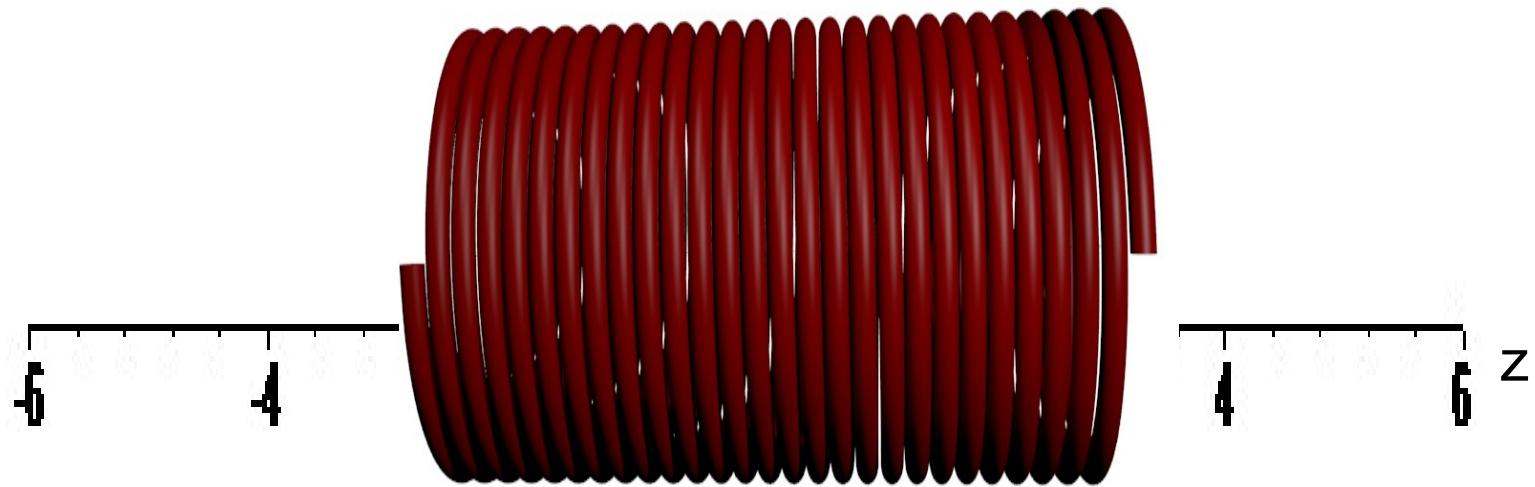
$$\vec{F}_L = \int \vec{j} d\tau \wedge \vec{B}$$

$$\vec{F}_L = -\frac{\pi}{8} \gamma e a^4 \mu_0 \mu_r n I \frac{dI}{dt} g \frac{dg}{dt} \vec{e}_z$$

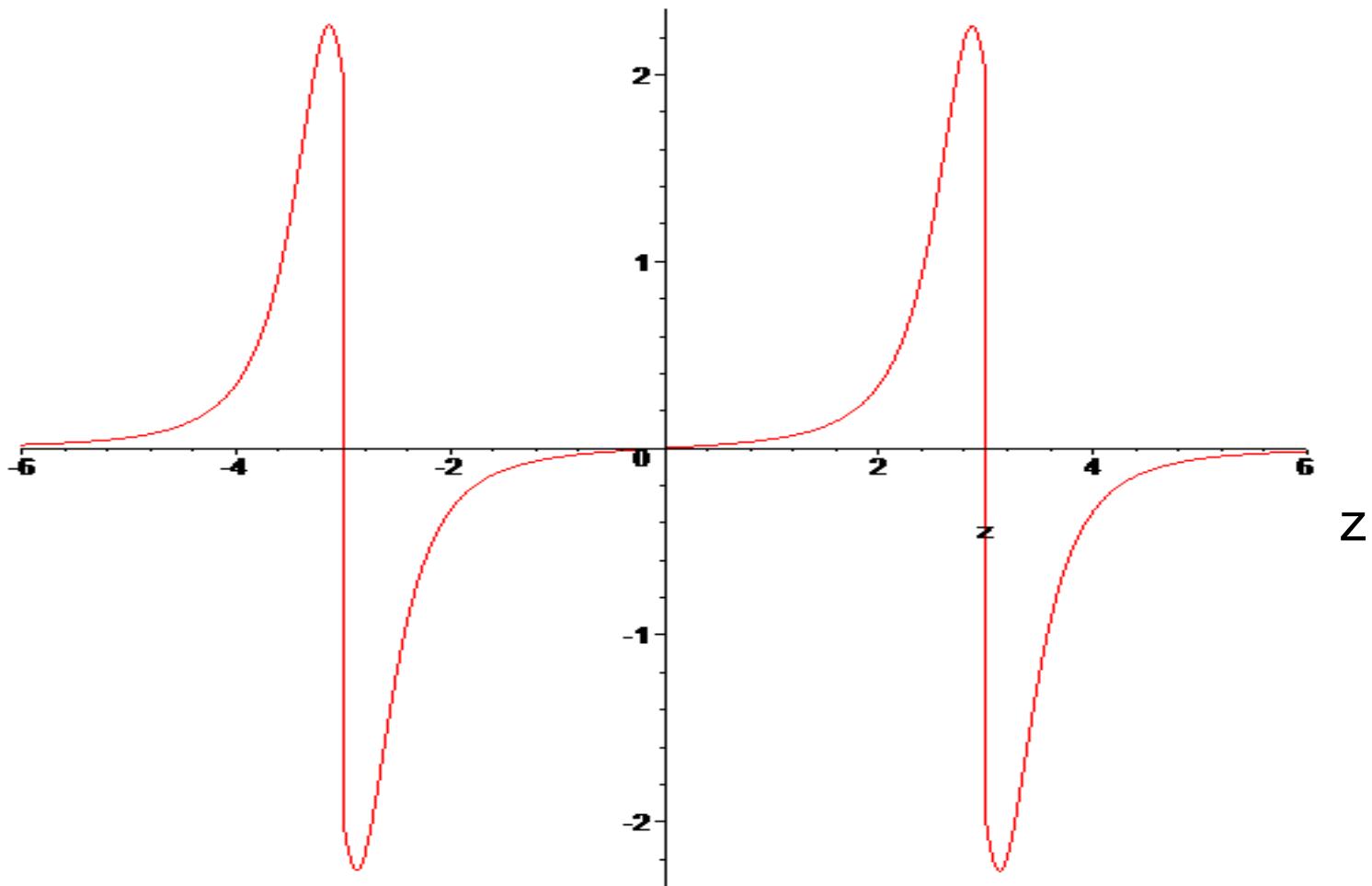
$$m \frac{d^2 z}{dt^2} = F_L(z, t)$$

Force de Laplace

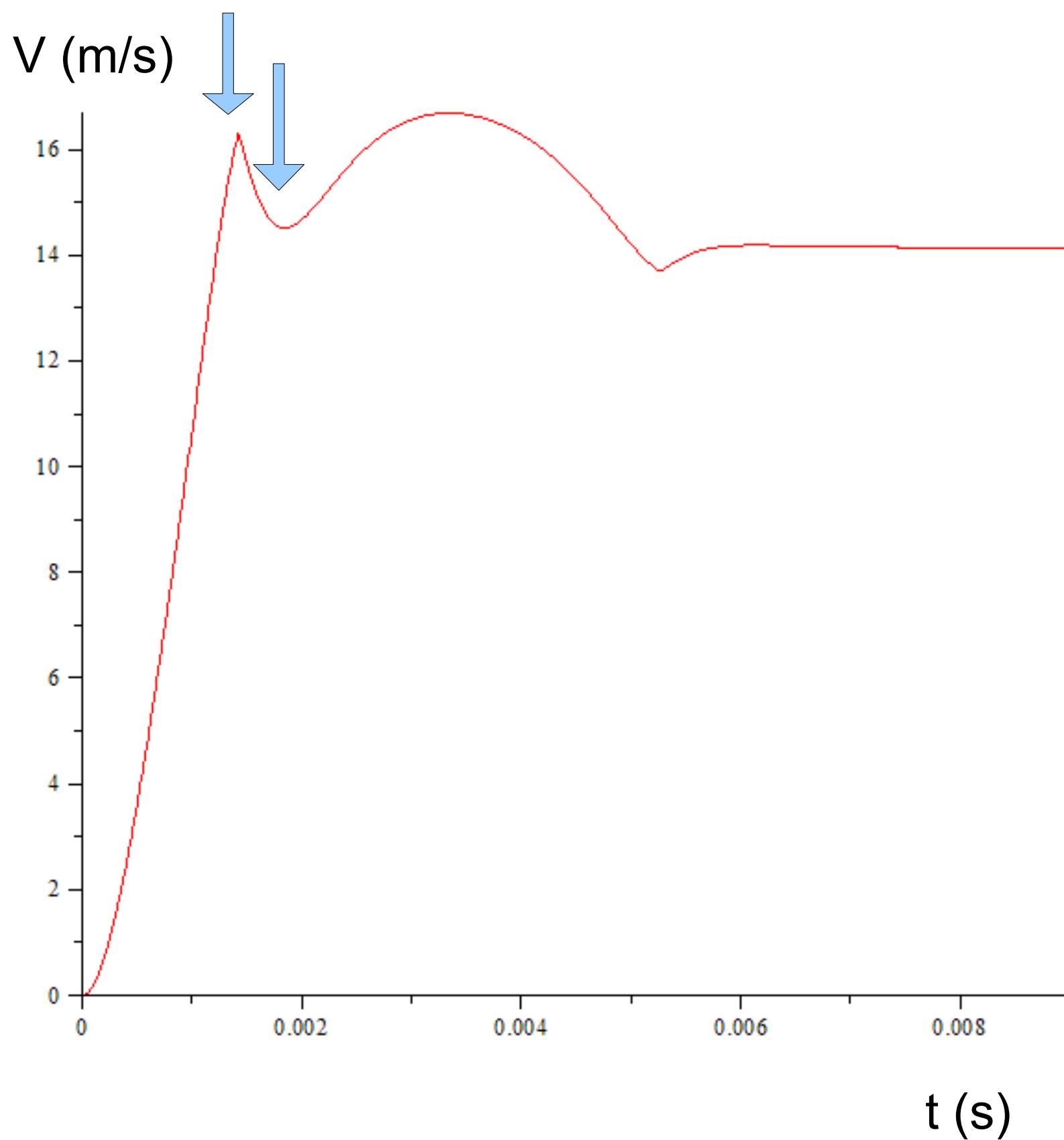
$$\vec{F}_L = -\frac{\pi}{8} \gamma e a^4 \mu_0 \mu_r n I \frac{dI}{dt} g \frac{dg}{dt} \vec{e}_z$$



$$F_l$$

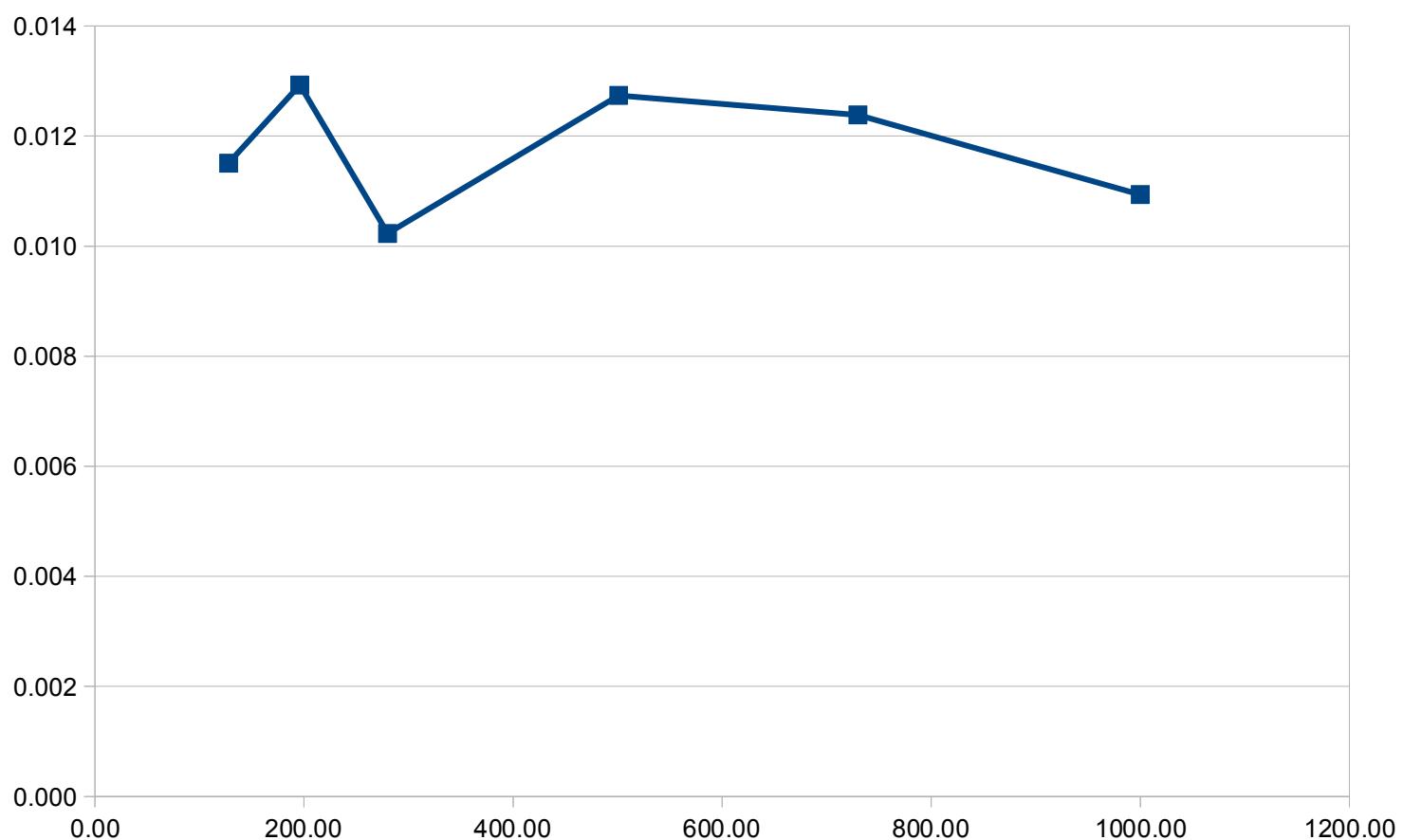


Courbe théorique de la vitesse



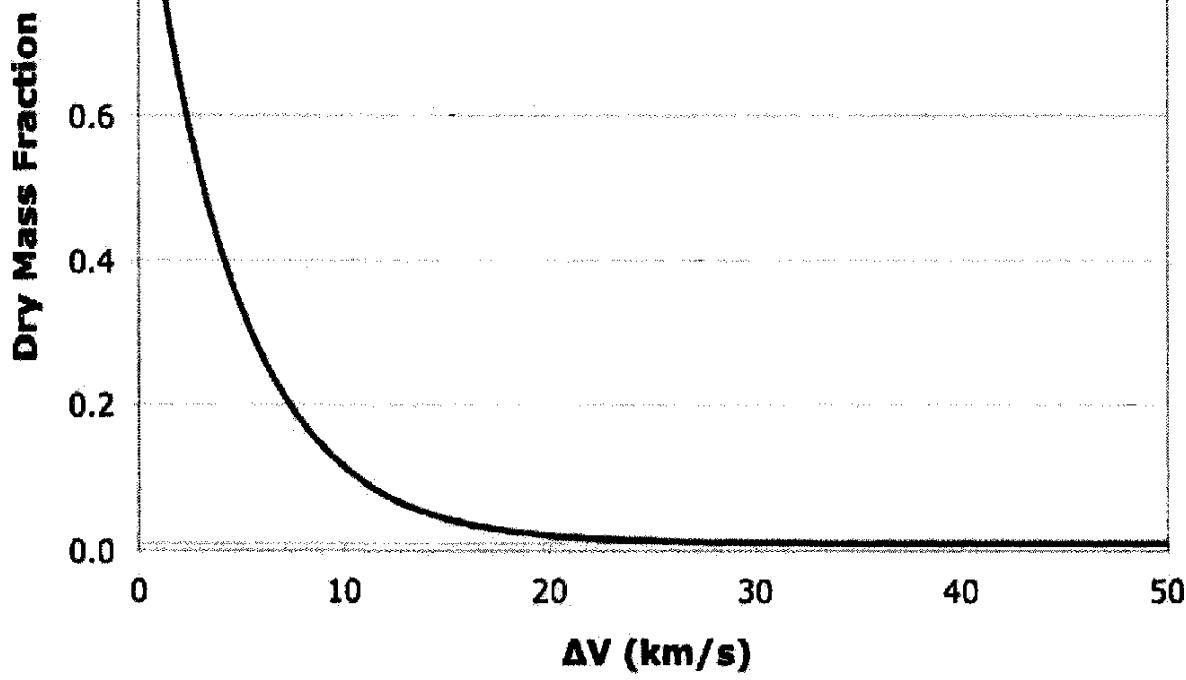
Rendement énergétique

η



U_c (V)

Moyenne
 $\eta = 1,2\%$



Optimisations possibles

- Réduction de la résistance R_b :
 - Augmentation de I_{max}
 - Diminution de n
- Réduction de la période du circuit RLC :
 - Moins de pertes
- Synchronisation de plusieurs bobines :
 - Augmentation du rendement
 - Vitesse de sortie modulaire

Conclusion

- Mise en application concrète des notions d'électronique
- Usage des notions d'électromagnétisme
- Résolution numérique d'une équation différentielle