



japantimes.co.jp



latribune.fr



lesechos.fr

Réalisation d'un accélérateur linéaire  
électromagnétique:  
**le Coilgun**

N° candidat: 33318

1

# Plan

- I. Approche théorique
- II. Etude expérimentale
- III. Simulation informatique
- IV. Perspectives d'optimisation

# I. Etude théorique

# I. Approche qualitative: principe de fonctionnement

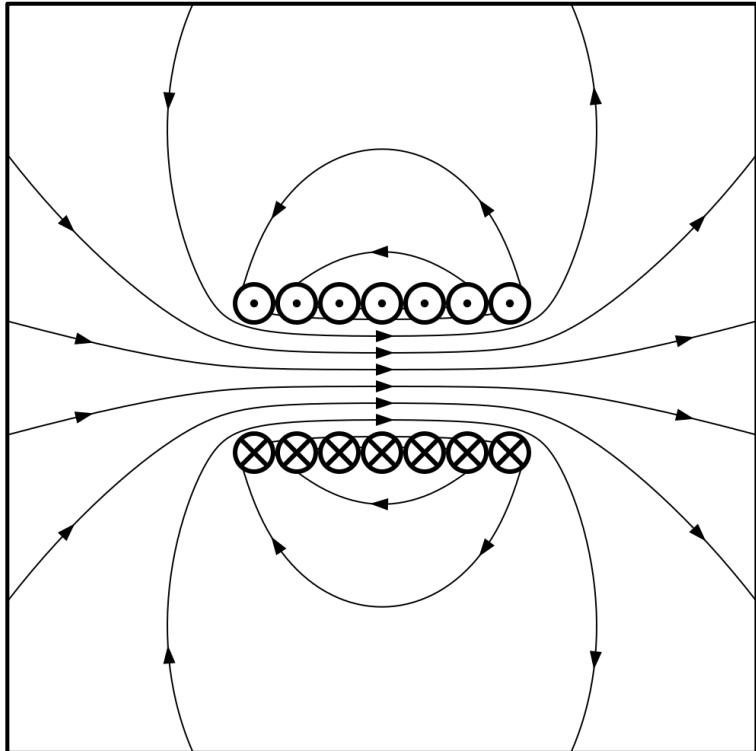


Fig 1: Lignes de champ magnétique créées par une bobine parcourue par un courant

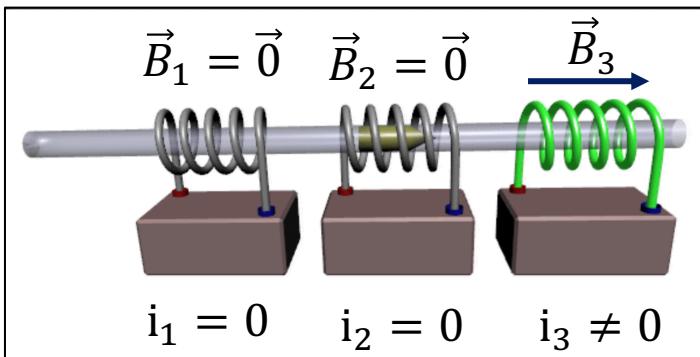
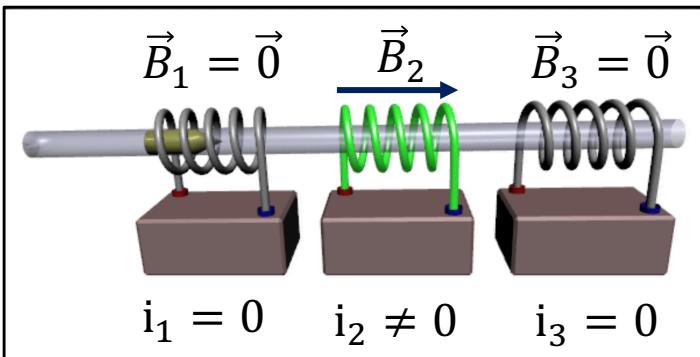
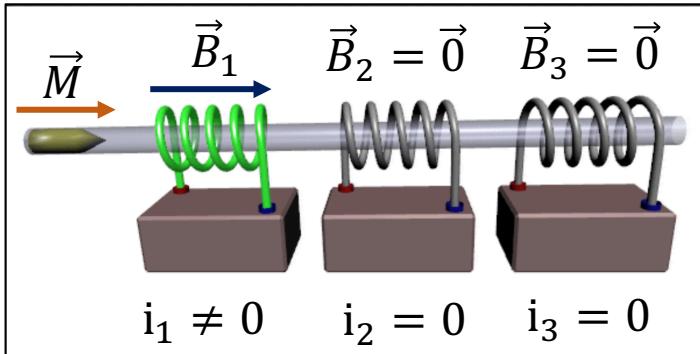


Fig 2: Schéma du principe de fonctionnement d'un coilgun  
wikipedia.org

# I. Approche théorique: mise en équation du mouvement

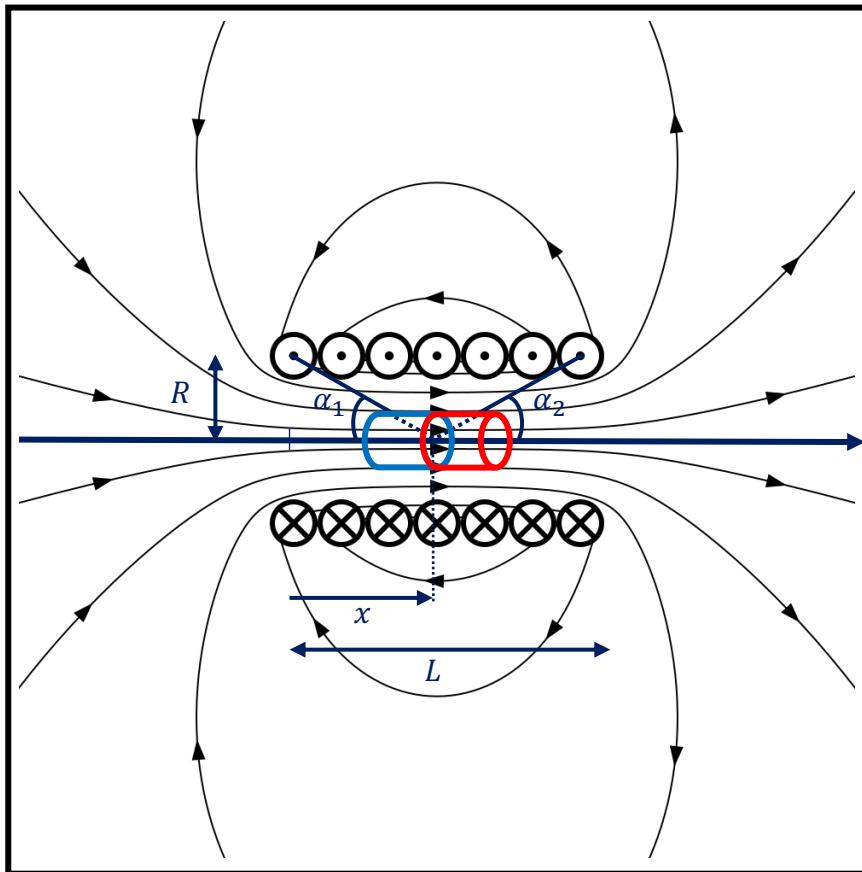


Fig 3: Paramétrisation du système

- Champ magnétique:

$$\vec{B}(x, t) = \frac{n\mu_0 i(t)}{2} \cdot (\cos(\alpha_1) + \cos(\alpha_2)) \vec{u}_x$$

- Moment magnétique:

$$\vec{M} = M \cdot \vec{u}_x$$

- Energie potentielle

$$E_p = -\vec{B} \cdot \vec{M}$$

- Force magnétique:

$$\vec{F}_{mag} = -\frac{d}{dx} (E_p) \vec{u}_x$$

- Force de frottements:

$$\vec{F}_{frottements} = -fmg \vec{u}_x$$

- PFD selon  $Ox$ :

$$m\ddot{x} = (\vec{F}_{mag} + \vec{F}_{frottements}) \cdot \vec{u}_x$$

# I. Approche théorique: équation du mouvement

$$\ddot{x} = i(t) \cdot \frac{Mn\mu_0 R^2}{2m} \cdot \left( \frac{1}{(R^2 + (x - l)^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \right) - fg$$

 Facteur électrique

 Terme magnétique

 Terme mécanique

## II. Etude expérimentale

## II. Etude expérimentale: schéma de principe

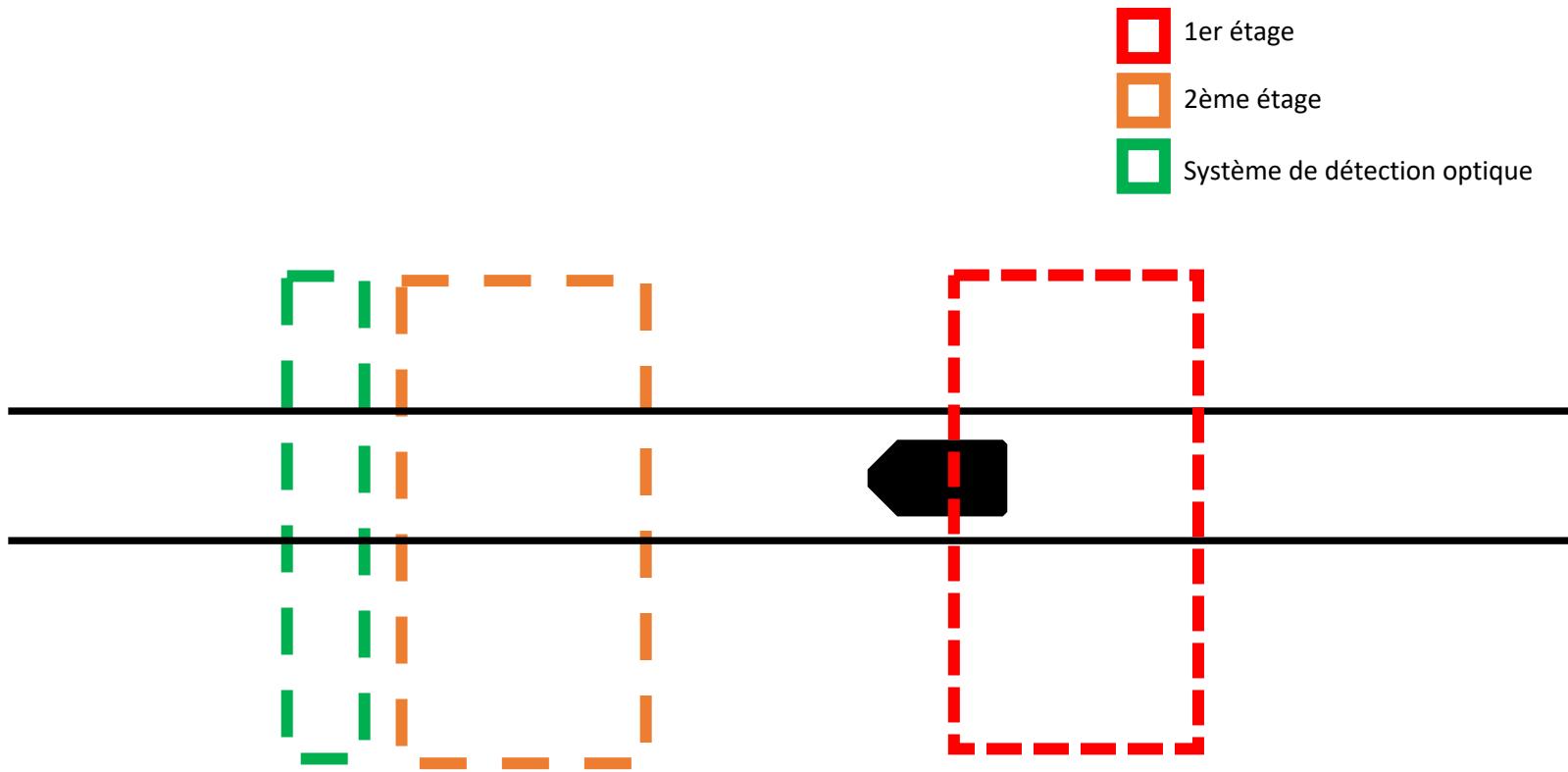


Fig 4: Schéma de principe

## II. Etude expérimentale: fonctionnement des étages

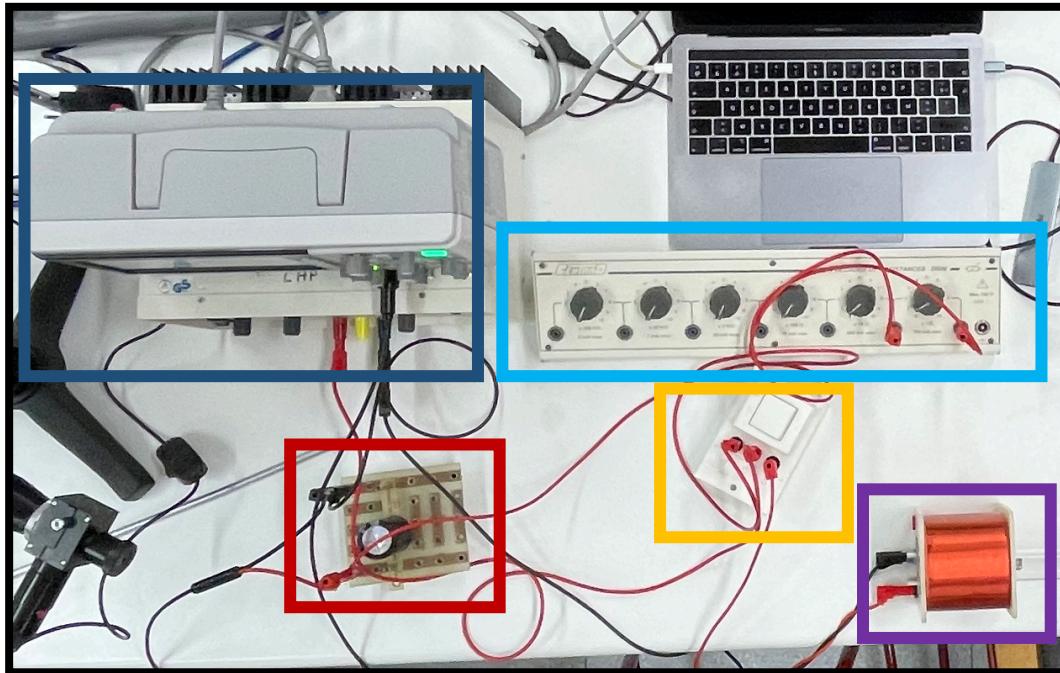


Fig 5: Photographie de l'étage 1

- |                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| — Générateur et Oscilloscope | — Interruuteur bascule |
| — Condensateur               | — Bobine               |
| — Résistance                 |                        |

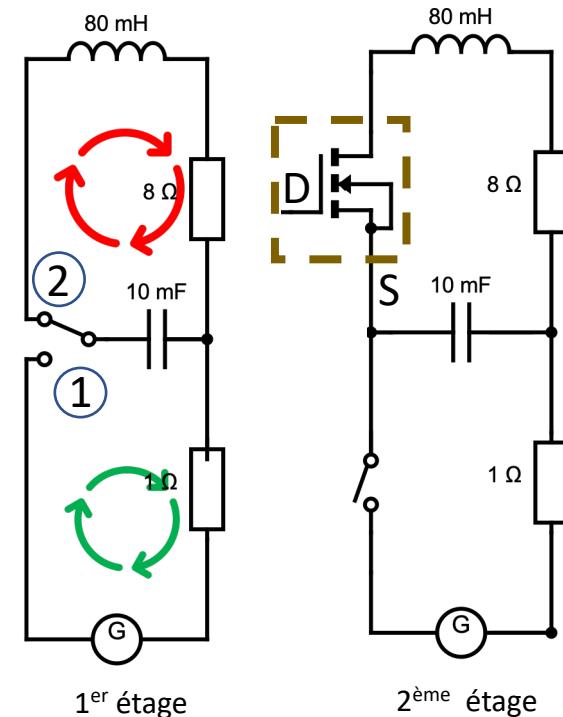


Fig 6: Circuits des étages

- |   |                    |
|---|--------------------|
| ⟳ | Maille de charge   |
| ⟲ | Maille de décharge |
| — | MOSFET             |

## II. Etude expérimentale: système de détection optique

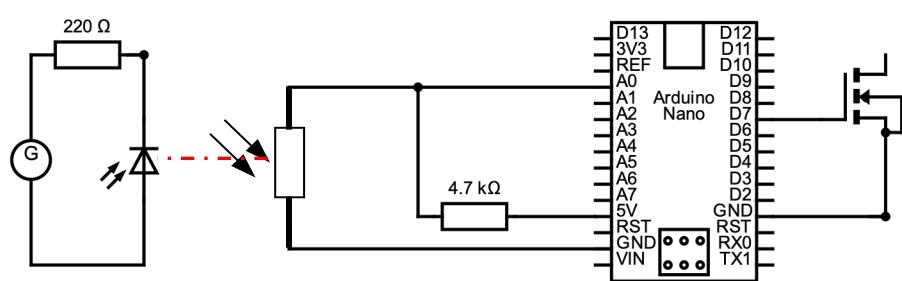


Fig 7: schéma du montage électrique

```
valeur_critique = 900
valeur_photo = LIS la tension U à la broche A0
Tant que valeur_photo > valeur critique:
    FAIRE (Appliquer 0V à la broche D7)
    FAIRE (Appliquer 5V à la broche D7)
    délai (1s)
```

Fig 8: Pseudo-code

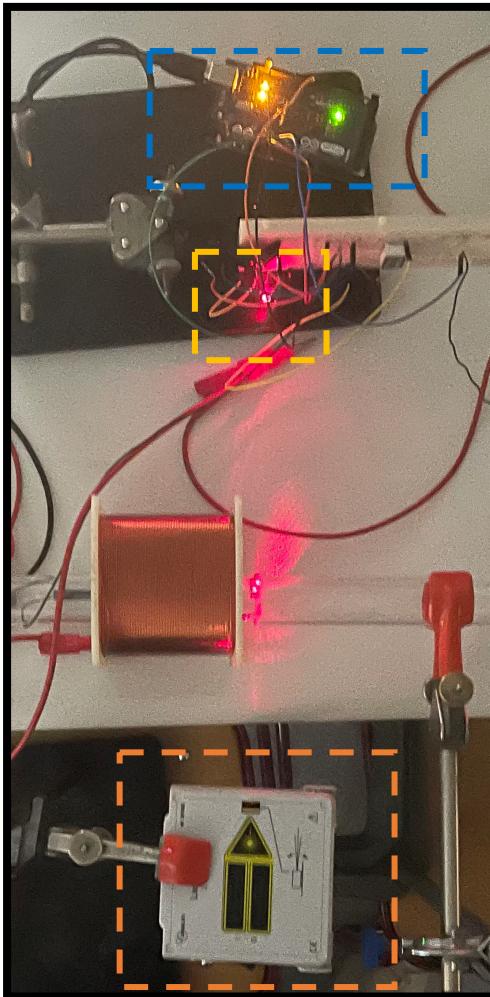


Fig 9: photo du système

- [Bleu] Arduino
- [Orange] Photodiode
- [Jaune] Photorésistance

## II. Etude expérimentale: montage

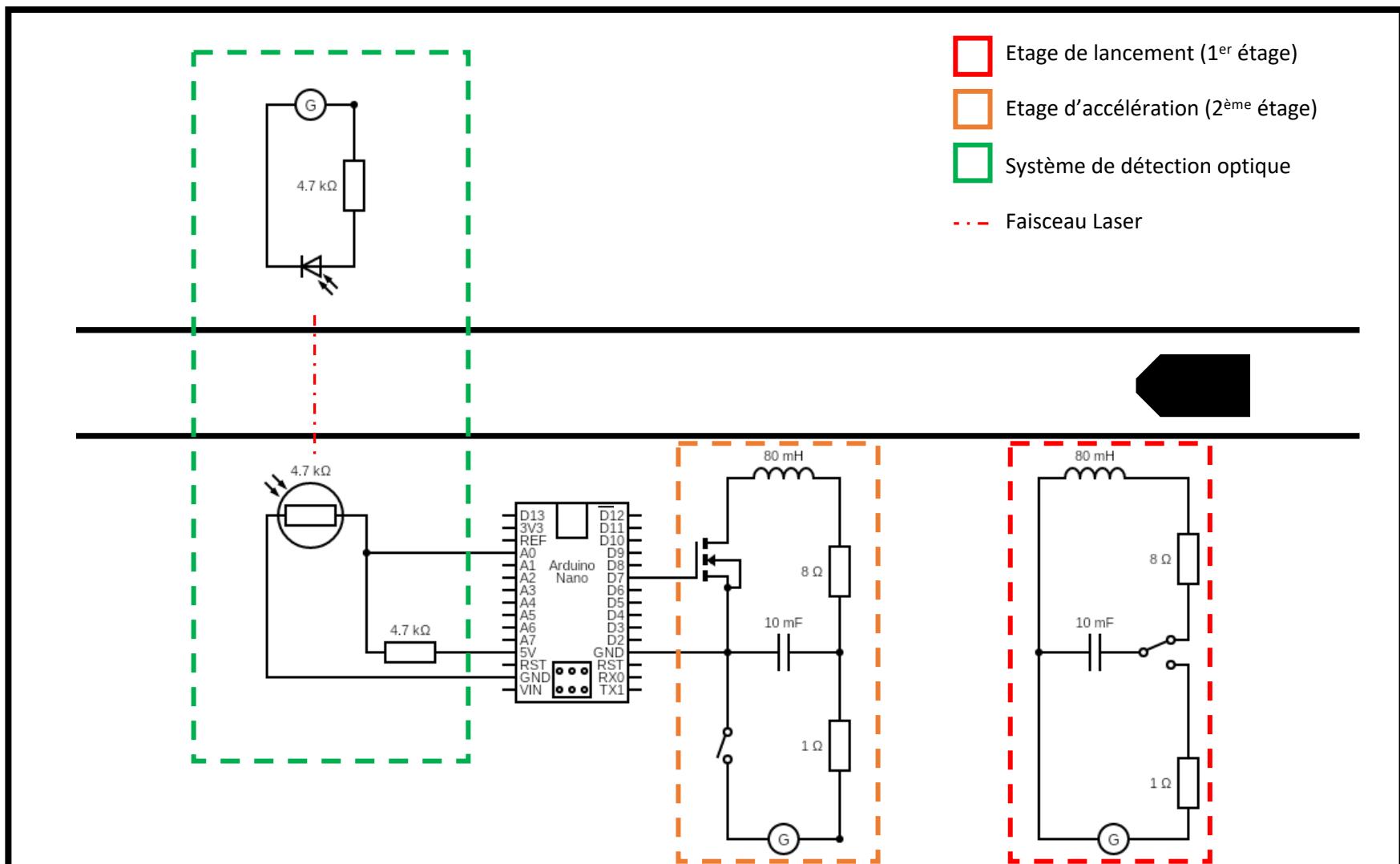


Fig 10: Schéma du montage expérimental

## II. Etude expérimentale: montage expérimental

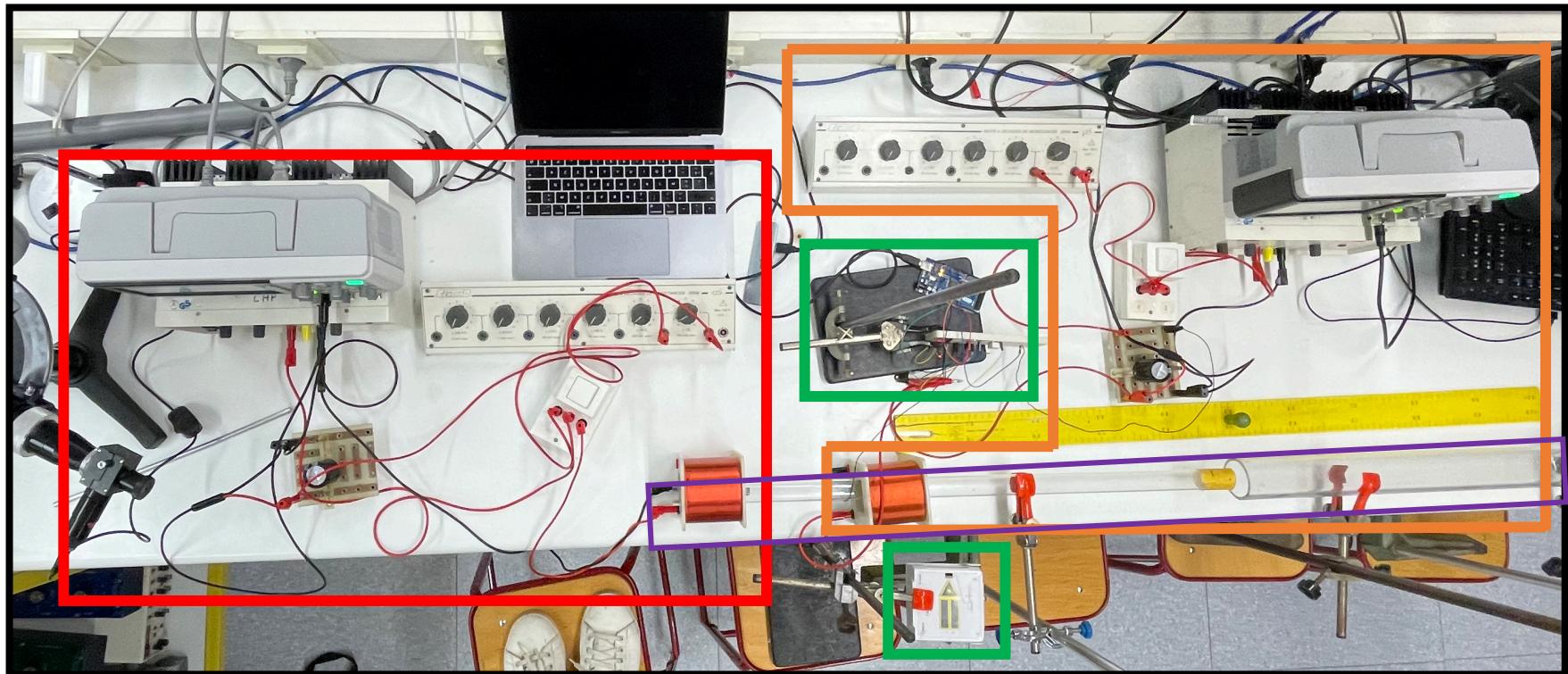


Fig 11: Photographie du montage expérimental

Etage de lancement (1<sup>er</sup> étage)

Tube

Etage d'accélération (2<sup>ème</sup> étage)

Système de détection optique

## II. Etude expérimentale: résultats expérimentaux

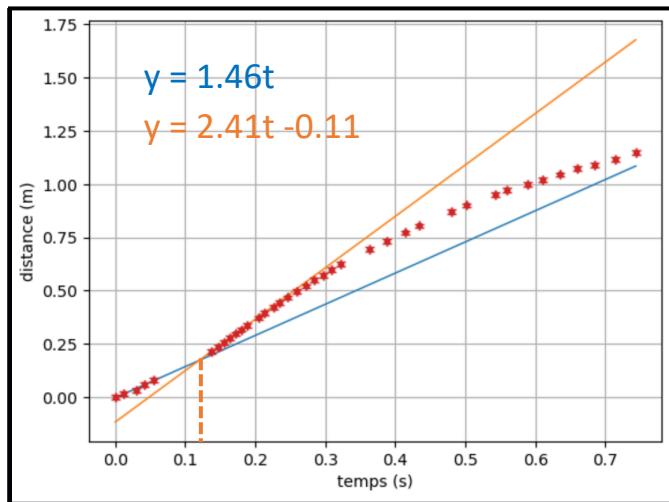


Fig 12: Relevé de la position en fonction du temps

$$\eta = \frac{\text{énergie mécanique}}{\text{énergie électrique}} = \frac{\frac{1}{2}mv_{max}^2}{\frac{1}{2}Cu^2}$$

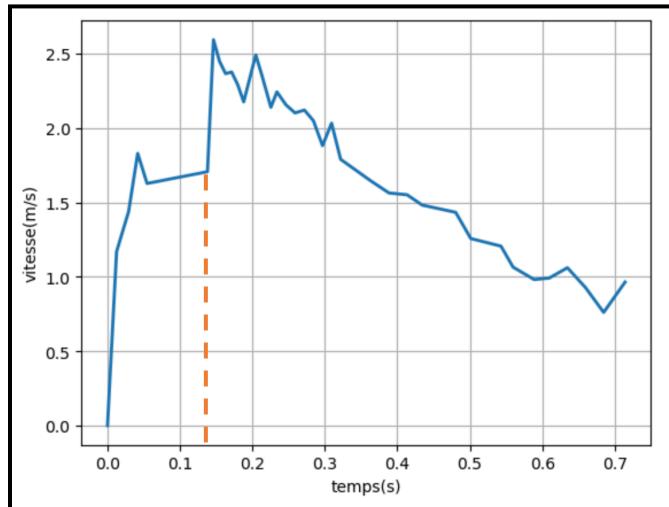


Fig 13: Vitesse mesurée en fonction du temps

$$\eta = 3.29 \%$$

# III. Simulation informatique

### III. Simulation informatique: résultats pour le système complet

$$\ddot{x} = i(t) \cdot \frac{Mn\mu_0 R^2}{2m} \cdot \left( \frac{1}{(R^2 + (x - l)^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \right) - fg$$

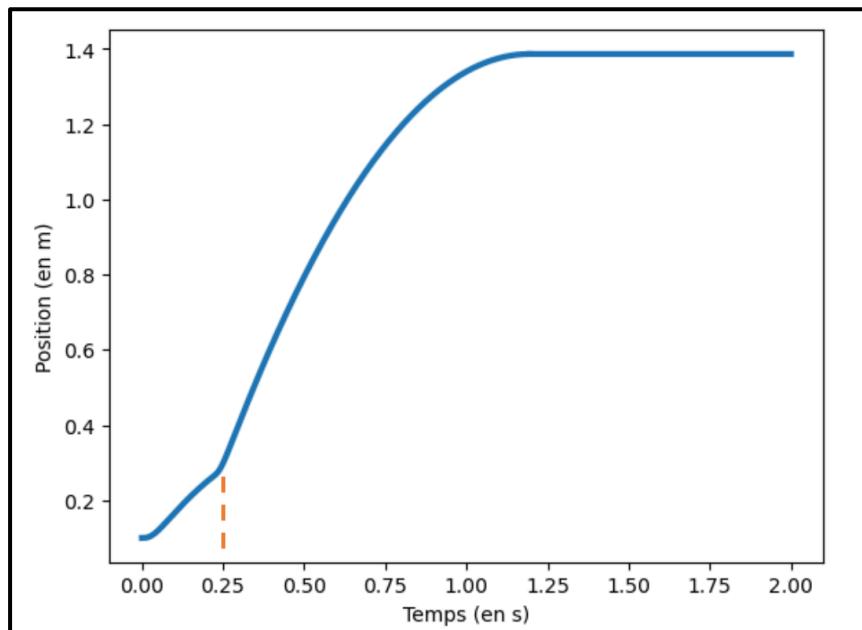


Fig 16: position en fonction du temps

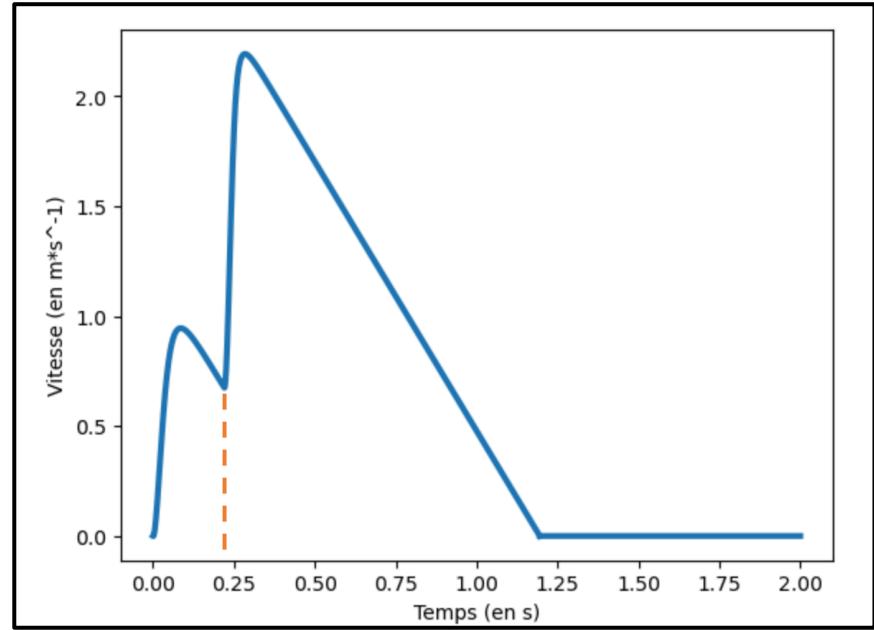


Fig 17: vitesse en fonction du temps

### III. Etude expérimentale: confrontation de l'expérience et du modèle

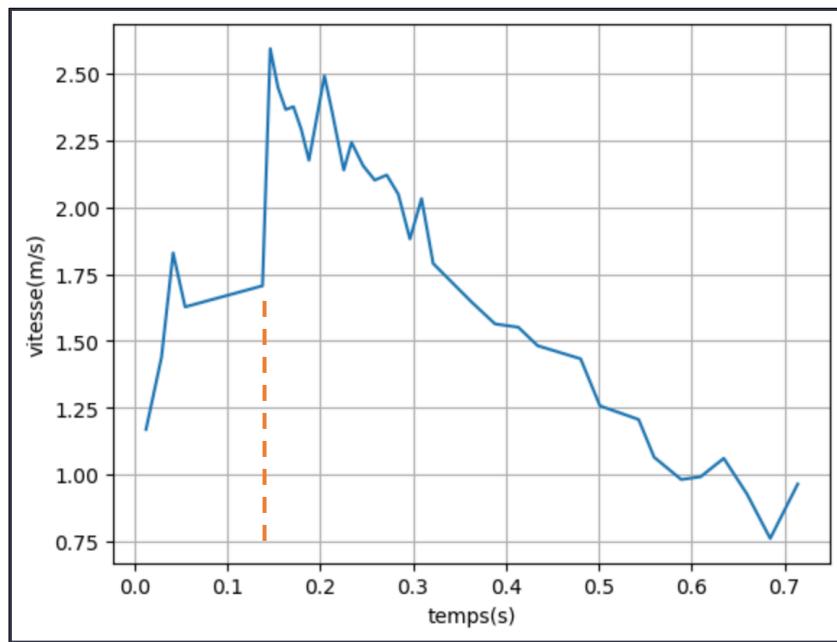


Fig 18: Vitesse mesurée en fonction du temps

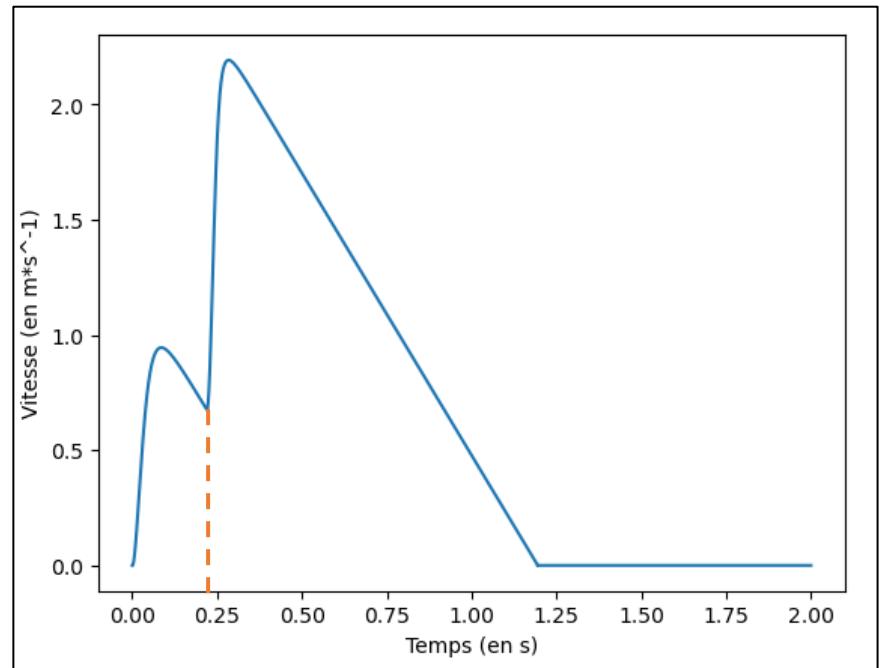


Fig 19: Vitesse simulée en fonction du temps

## IV. Perspectives d'optimisation

## IV. Perspectives d'optimisation: influence de E et C

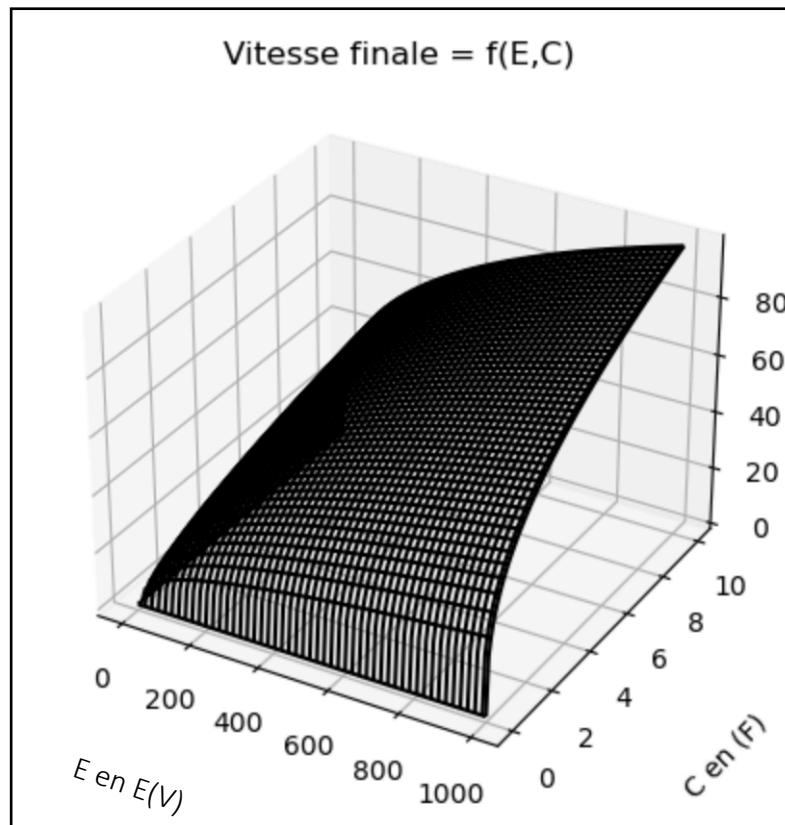


Fig 20: Evolution de la vitesse maximale en sortie  
d'une bobine en fonction de E et C

## IV. Perspectives d'optimisation: influence de la position initiale

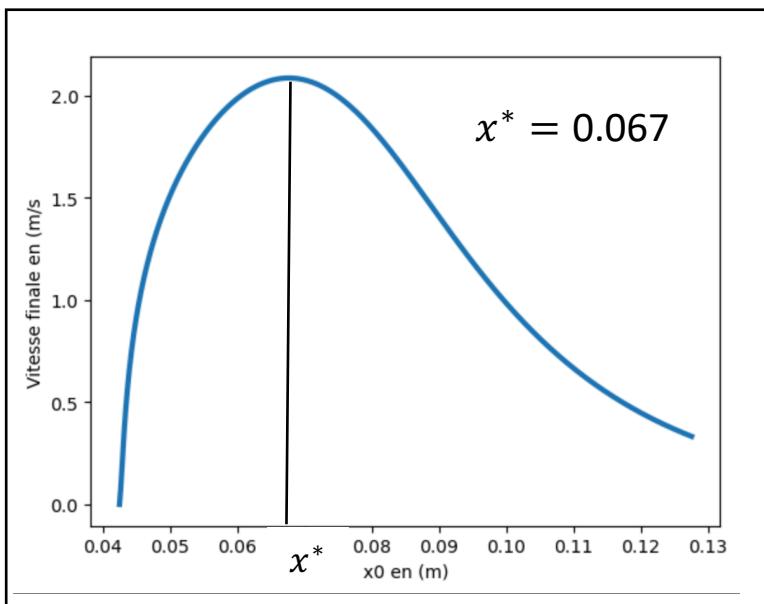


Fig 21: Evolution de la vitesse maximale en sortie d'une bobine en fonction de  $x_0$

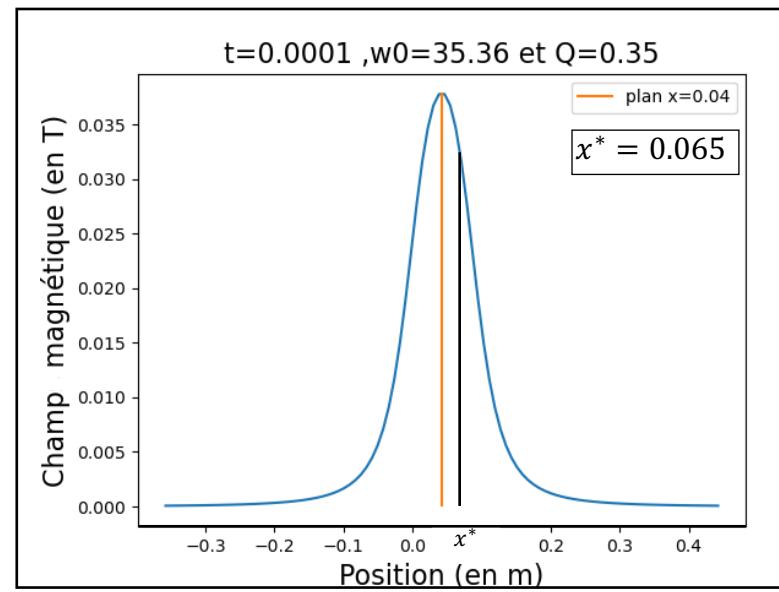
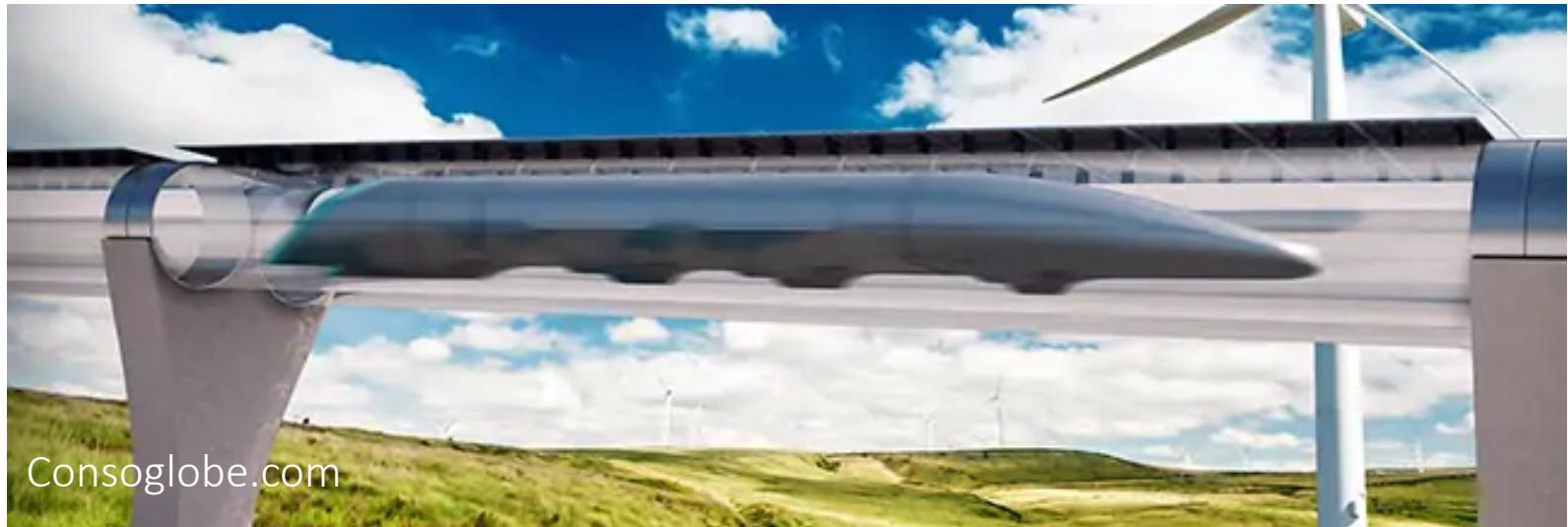


Fig 22: Evolution de la norme du champ magnétique en fonction de la position dans la bobine

# Conclusion



Consoglobe.com

# ANNEXE



Code\_Final §

```
char photoresistance = A0;
char gate = 7;
int val_crit = 900;

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
    pinMode(gate, OUTPUT);
    pinMode(photoresistance, INPUT);

}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    int val_photo = analogRead(photoresistance);
    Serial.println(val_photo);

    if (val_photo < val_crit) {
        digitalWrite(gate,HIGH);
        delay(1000);
    }
    else
        digitalWrite(gate,LOW);

    delay(1);

}
```

# ANNEXE

## MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	TIP140 TIP145	TIP141 TIP146	TIP142 TIP147	Unit
Collector – Emitter Voltage	$V_{CEO}$	60	80	100	Vdc
Collector – Base Voltage	$V_{CB}$	60	80	100	Vdc
Emitter – Base Voltage	$V_{EB}$		5.0		Vdc
Collector Current – Continuous – Peak (Note 1)	$I_C$		10 15		Adc
Base Current – Continuous	$I_B$		0.5		Adc
Total Power Dissipation $@ T_C = 25^\circ\text{C}$	$P_D$		125		W
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-65 to +150			°C

