



TIPE : LE FREINAGE MAGNÉTIQUE

CALVEL CLÉMENT

N° CANDIDAT : 52694

2022/2023

SOMMAIRE

- Présentation des expériences
- Rappels sur le freinage magnétique
- Freinage mécanique
 - Partie théorique
 - Analyse des courbes
- Freinage hybride
 - Partie théorique
 - Analyse des courbes
- Conclusion

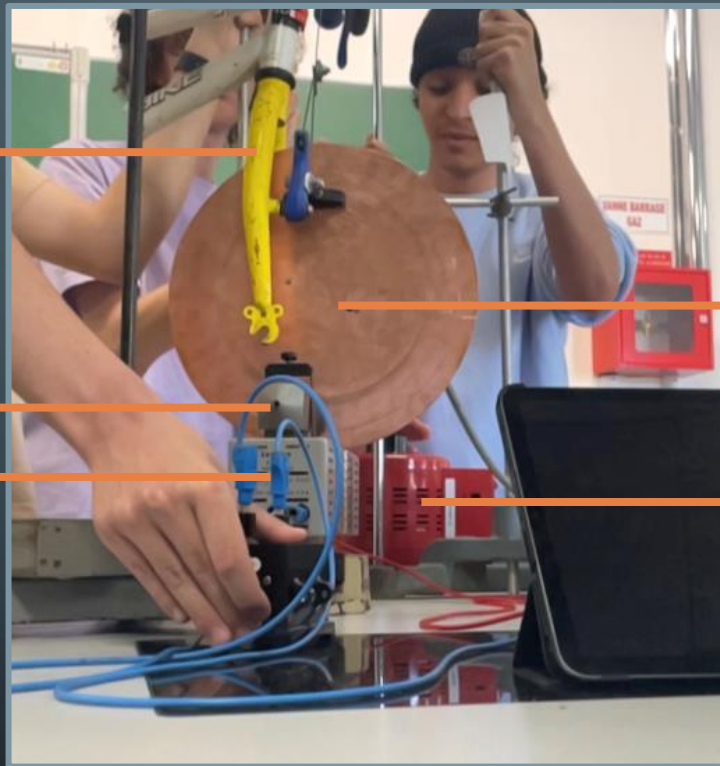


PRÉSENTATION DES EXPÉRIENCES

Frein à patin
de vélo

Aimant

Bobine



Disque de
cuivre

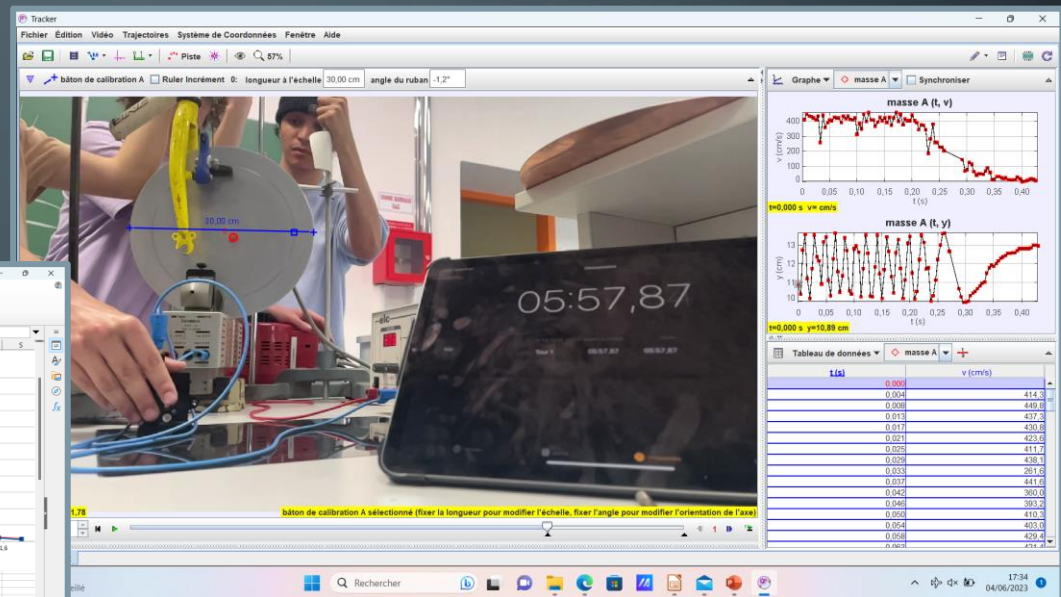
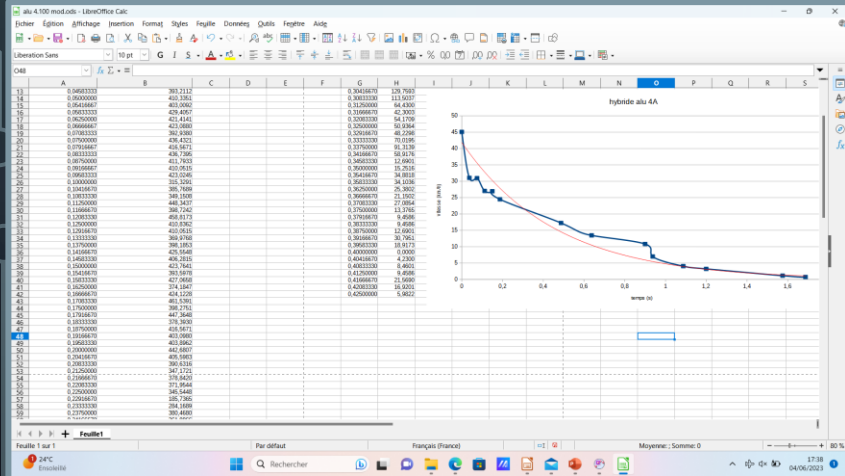
Moteur

PRÉSENTATION DES EXPÉRIENCES



PRÉSENTATION DES EXPÉRIENCES

L'acquisition des résultats s'est faite à l'aide du logiciel Tracker. Les courbes ont été tracées grâce à Libre Office Calc.



FREINAGE MAGNÉTIQUE

Partie Théorique

Moment de la force de Laplace :

$$\vec{M}(\vec{F}_{Lap}) = -C. \omega. \vec{u}_z$$

Théorème du moment cinétique :

$$-C. \omega = j \frac{d\omega}{dt}$$

$$\omega(t) = \omega_0 e^{\frac{-C}{j}t}$$

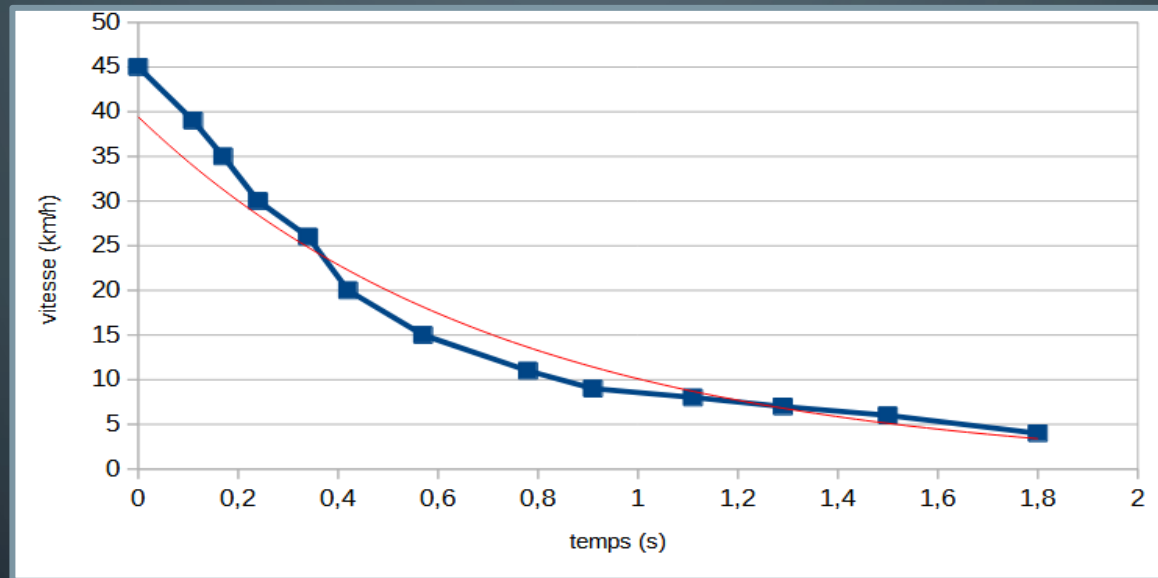
Avec :

$$j = \frac{m.R^2}{2} \quad \text{pour un cylindre plein}$$



FREINAGE MAGNÉTIQUE

Analyse des courbes

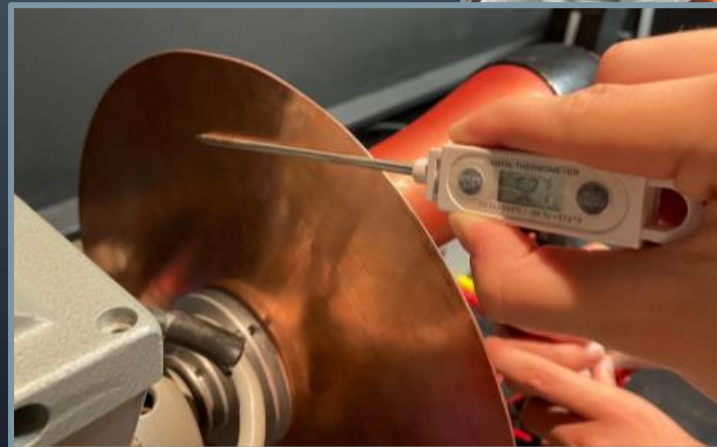
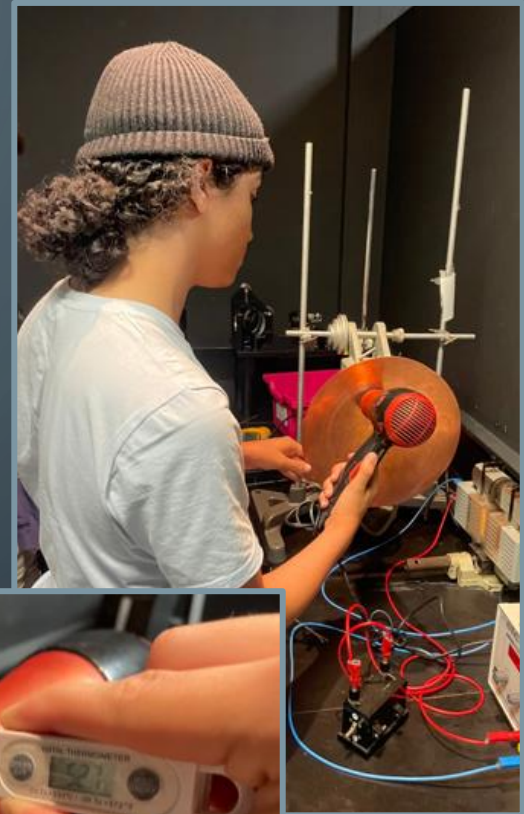


Courbe du freinage magnétique

- Courbe expérimentale
- Courbe théorique

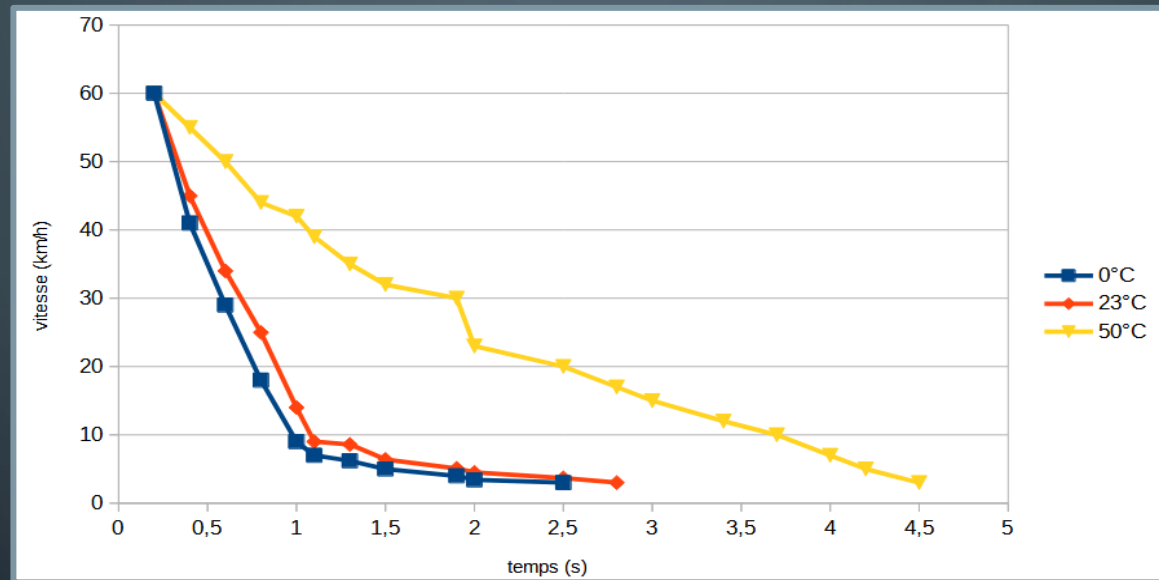
FREINAGE MAGNÉTIQUE

Influence de la température



FREINAGE MAGNÉTIQUE

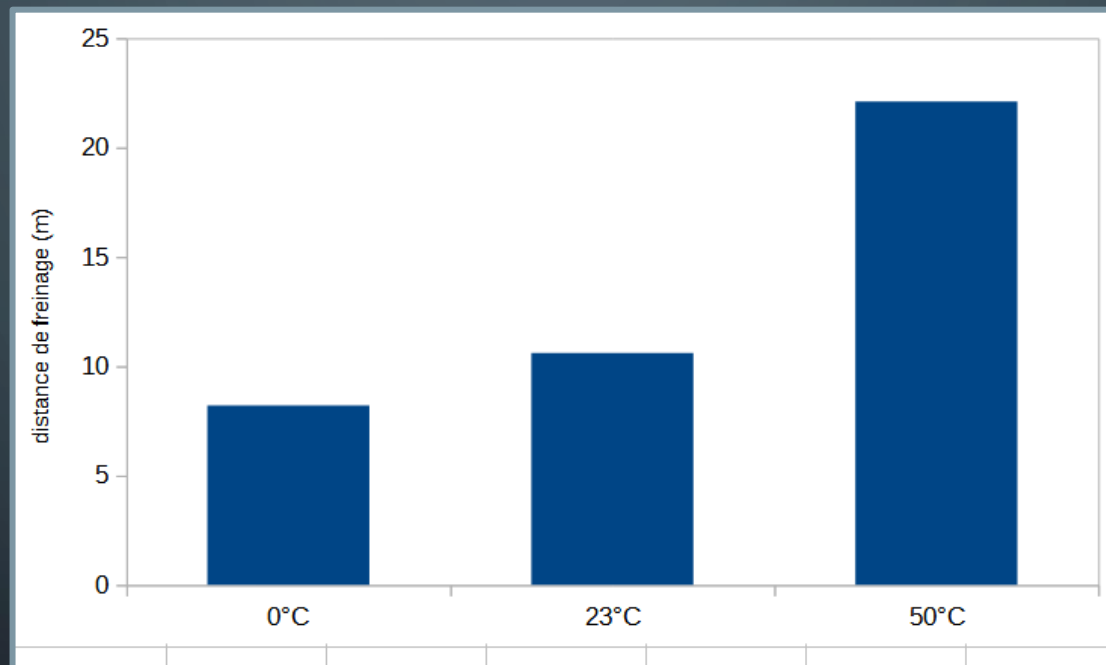
Influence de la température



Courbe du freinage magnétique, en fonction de la température

FREINAGE MAGNÉTIQUE

Influence de la température



Distances de freinage en fonction de la température

FREINAGE MÉCANIQUE

Partie Théorique

Moment de la force de frottement :

$$\vec{M}(\vec{F}_{\text{frott}}) = -rF_{\text{frott}}\vec{u}_z$$

Théorème du moment cinétique :

$$J \frac{d\omega}{dt} = -rF_{\text{frott}}\vec{u}_z$$

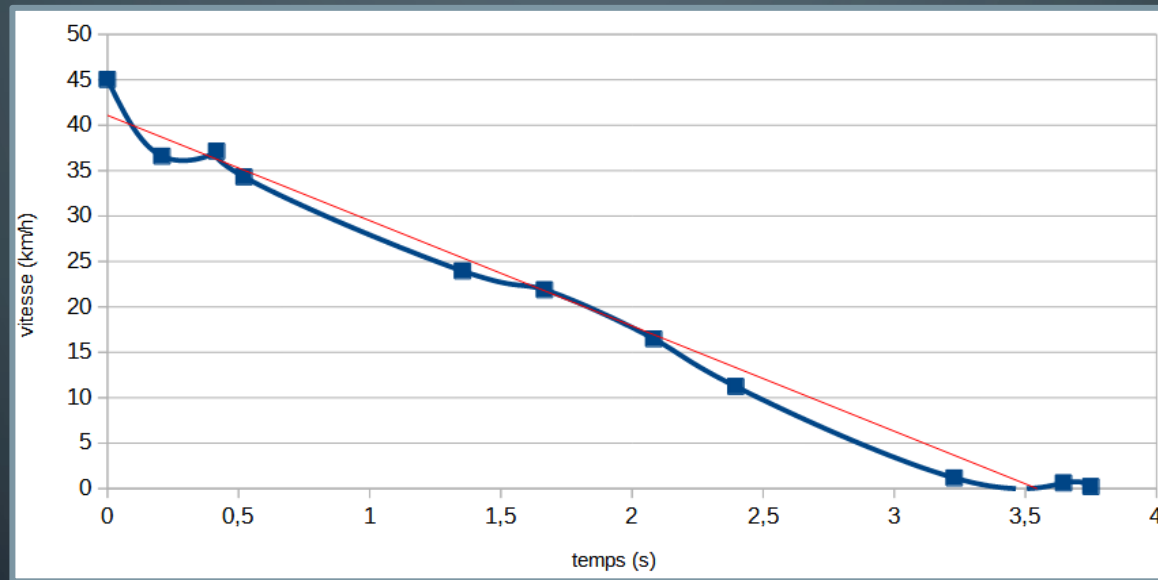
D'où :

$$\omega(t) = \frac{-2F_{\text{frott}}}{mr}t + \omega_0$$



FREINAGE MÉCANIQUE

Analyse des courbes

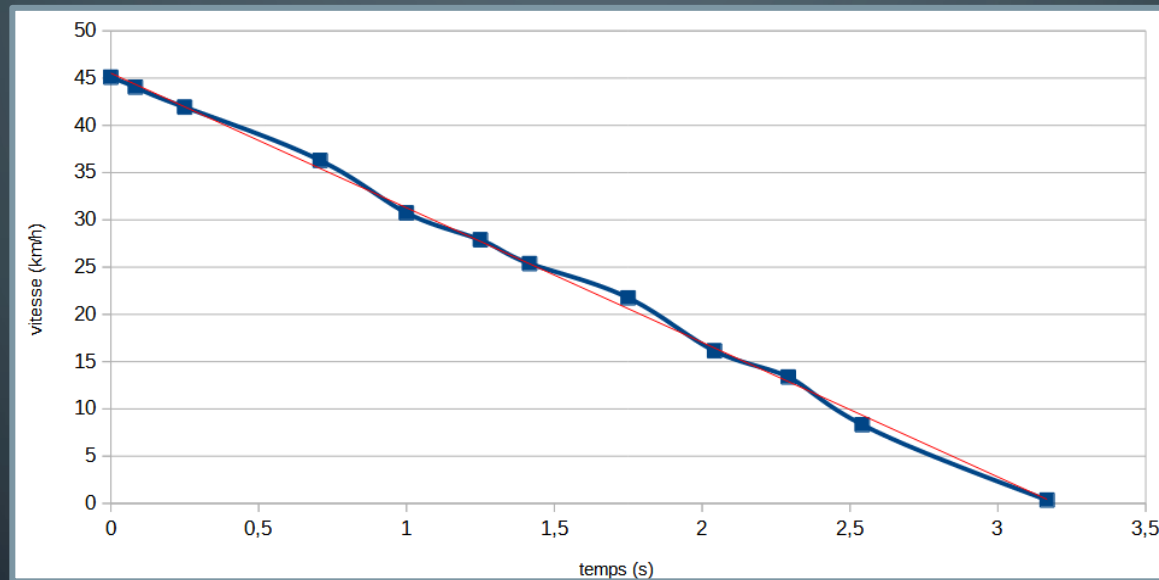


Freinage mécanique sur disque de cuivre

- Courbe expérimentale
- Courbe théorique

FREINAGE MÉCANIQUE

Analyse des courbes

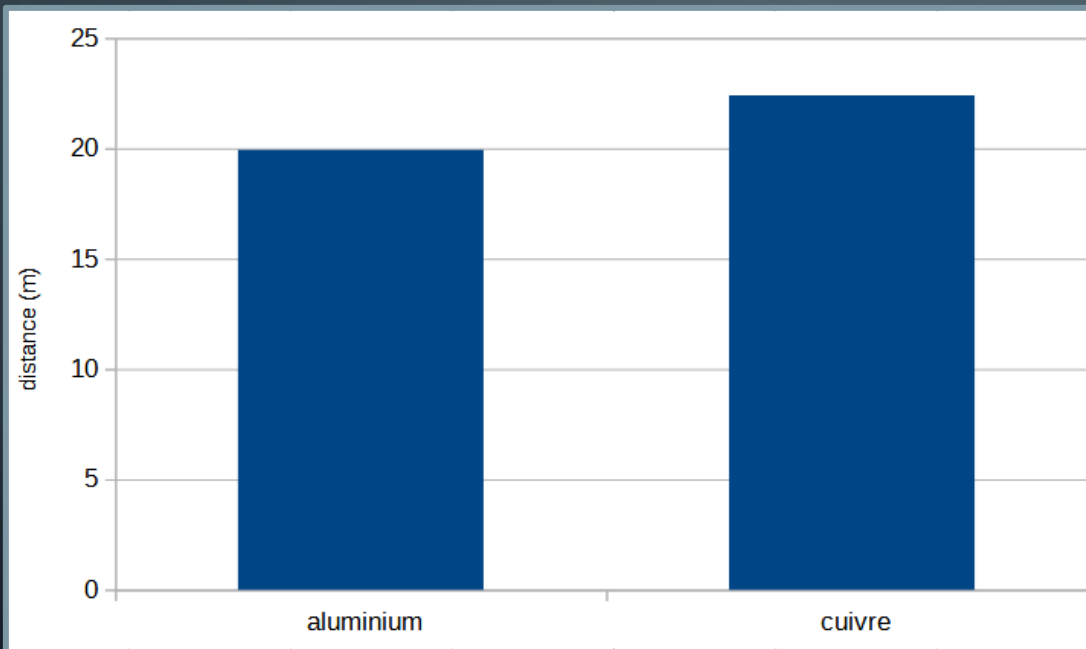


Freinage mécanique sur disque d'aluminium

- Courbe expérimentale
- Courbe théorique

FREINAGE MÉCANIQUE

Analyse des courbes



Distances de freinage pour le freinage mécanique



Masse du disque de cuivre : 622,82g



Masse du disque d'aluminium : 180,36g

FREINAGE HYBRIDE

Partie Théorique

Moments des forces :

$$\vec{M}(\vec{F}_{frott}) = -r F_{frott} \vec{u}_z$$

$$\vec{M}(\vec{F}_{Lap}) = -C \cdot \omega \cdot \vec{u}_z$$

Théorème du moment cinétique :

$$\frac{d\omega}{dt} + \frac{C}{j} \omega = \frac{-r \cdot F_{frott}}{j}$$

Et on obtient :

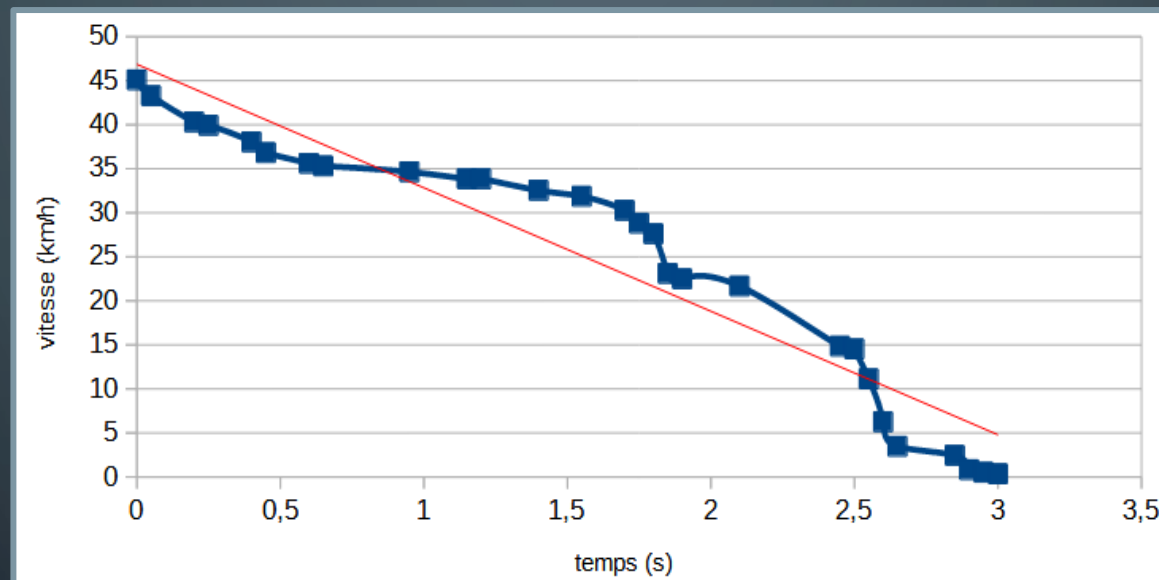
$$\omega(t) = \left(\omega_0 - \frac{r \cdot F_{frott}}{C} \right) e^{\frac{-C}{j} t} - \frac{r \cdot F_{frott}}{C}$$



Tentative avec la caméra rapide

FREINAGE HYBRIDE

Analyse des courbes



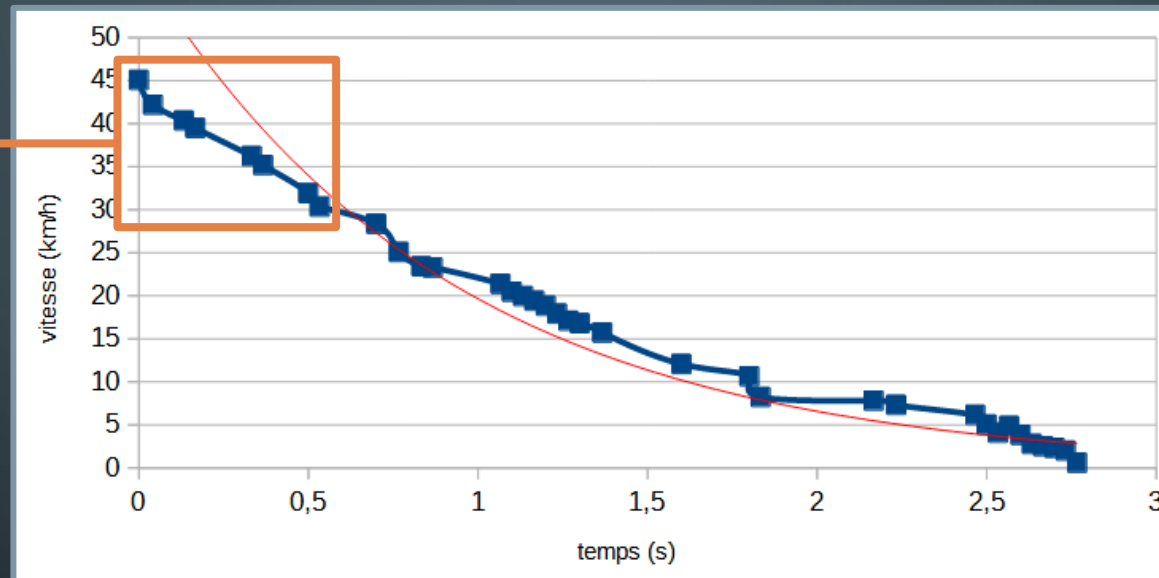
Freinage hybride sur disque de cuivre, 1 A

- Courbe expérimentale
- Courbe théorique

FREINAGE HYBRIDE

Analyse des courbes

Zone linéaire
due à la
difficulté de
synchronisation

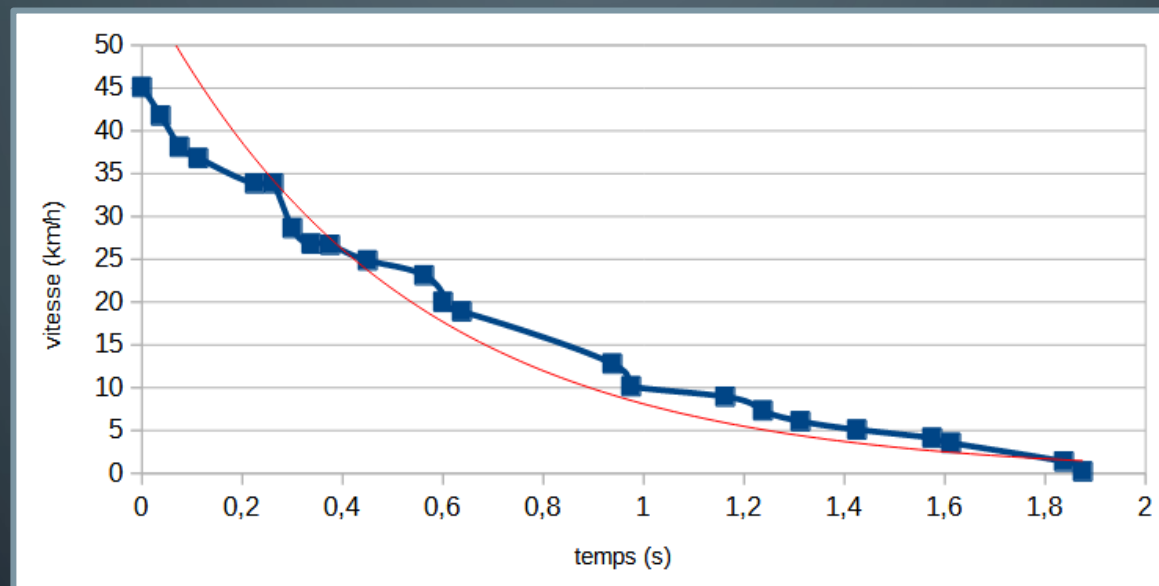


Freinage hybride sur disque de cuivre, 2A

- Courbe expérimentale
- Courbe théorique

FREINAGE HYBRIDE

Analyse des courbes

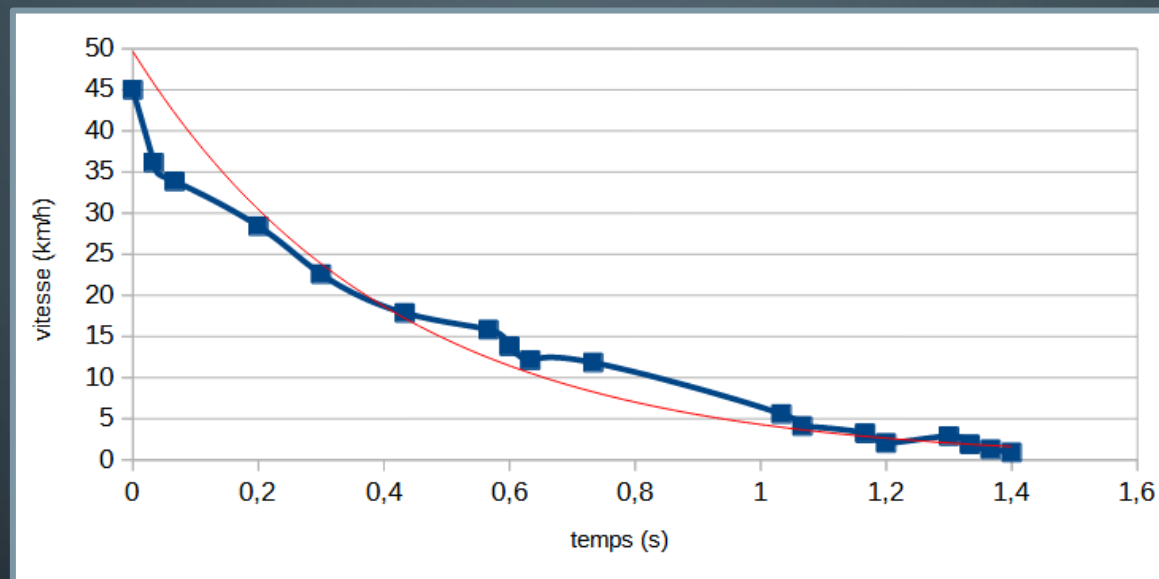


Freinage hybride sur disque de cuivre, 3A

- Courbe expérimentale
- Courbe théorique

FREINAGE HYBRIDE

Analyse des courbes

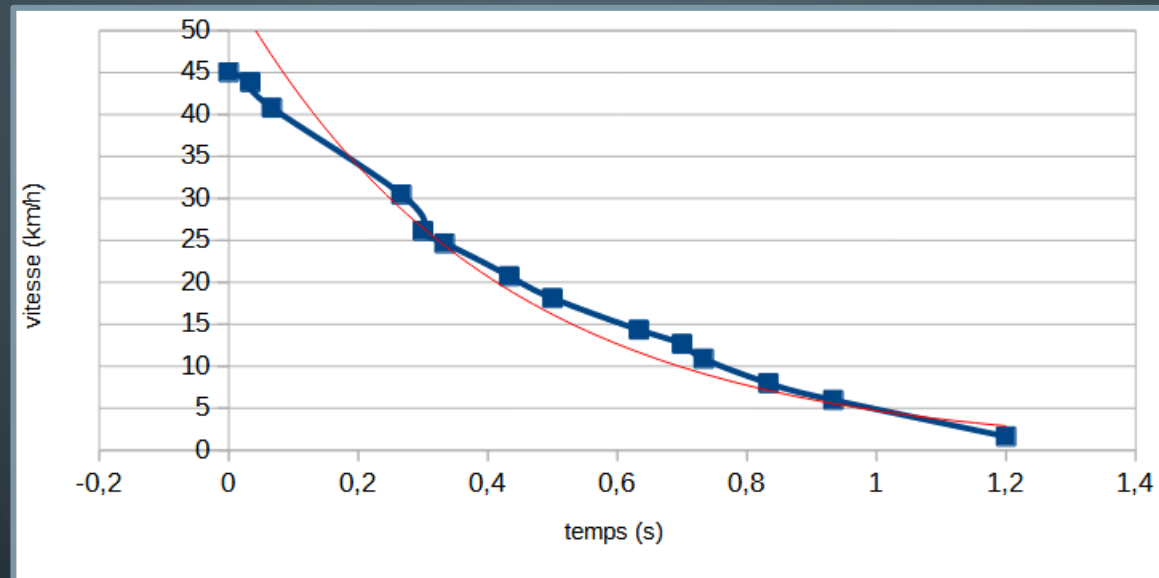


Freinage hybride sur disque de cuivre, 4A

- Courbe expérimentale
- Courbe théorique

FREINAGE HYBRIDE

Analyse des courbes

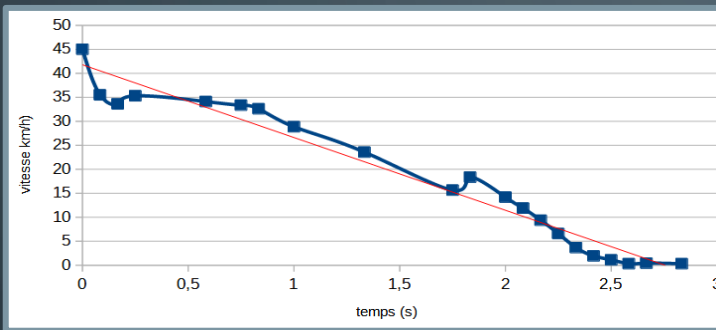


Freinage hybride sur disque de cuivre, 5A

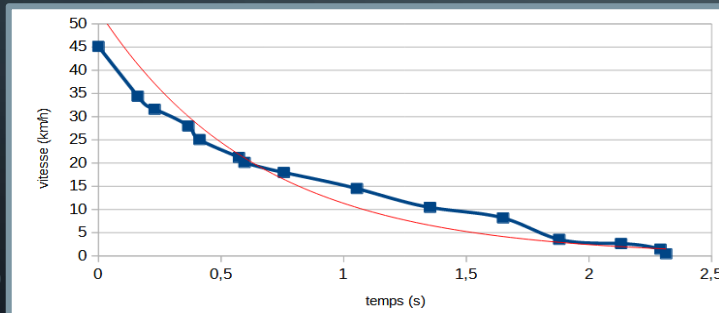
- Courbe expérimentale
- Courbe théorique

FREINAGE HYBRIDE

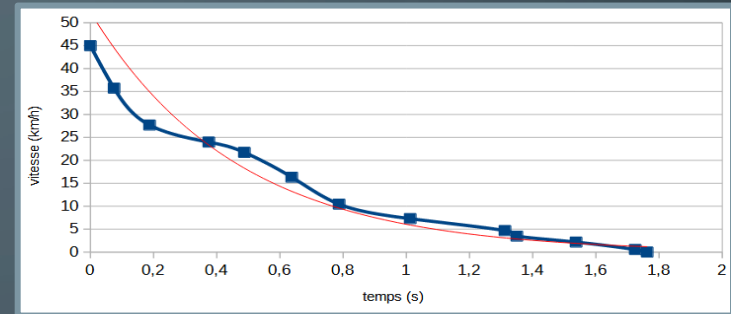
Analyse des courbes



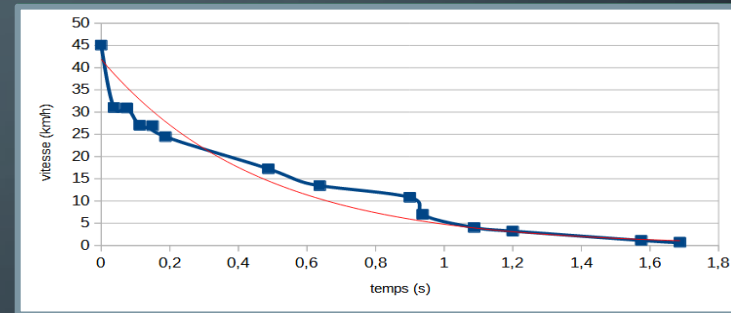
Hybride aluminium, 1A



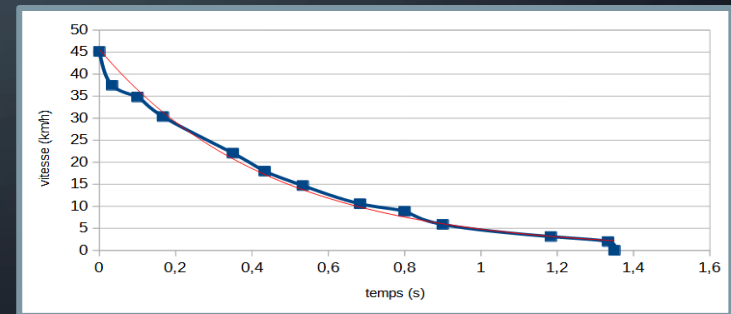
Hybride aluminium, 2A



Hybride aluminium, 3A



Hybride aluminium, 4A

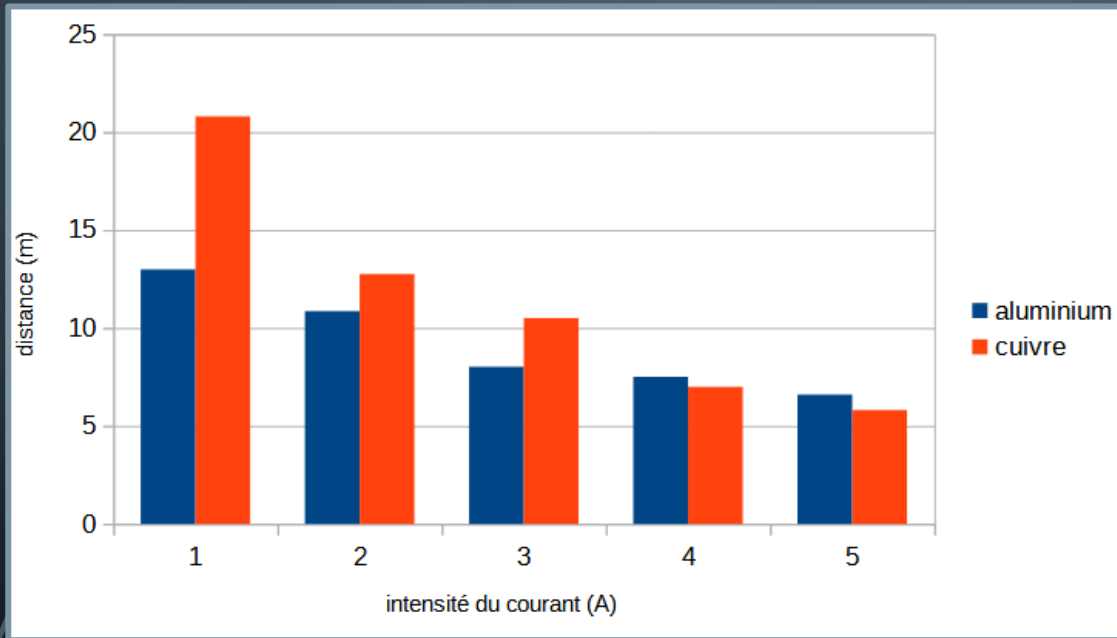


Hybride aluminium, 5A

— Courbe expérimentale
— Courbe théorique

FREINAGE HYBRIDE

Analyse des courbes



Distances de freinage du système hybride

Le cuivre possède une meilleure conductivité que l'aluminium :
 $59,6 \times 10^6 \text{ S/m}$ pour le cuivre
 $38 \times 10^6 \text{ S/m}$ pour l'aluminium

CONCLUSION

Avantages du système hybride :

- Plus efficace que tous les autres types de freinage
- Pollue moins que le freinage mécanique

Inconvénients :

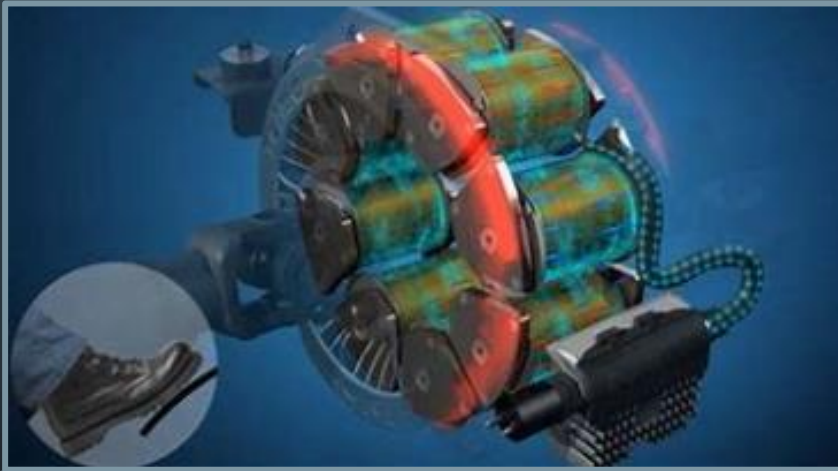
- Prend de la place
- Complicé à mettre en place pour peu de résultats à faible vitesse.

The background is a dark blue gradient. In the corners, there are white, stylized lines resembling circuit traces or a network diagram. These lines connect to small white circles, some of which are arranged in a grid-like pattern. The lines are more prominent in the top-left and bottom-left corners, and less so in the top-right and bottom-right corners.

MERCI DE VOTRE ATTENTION

ANNEXES

Utilisations du freinage magnétique



Système de freinage Telma (site de Telma :
<https://es.telma.com/produits/fonctionnement>)



Train MagLev (The Japan Times)

ANNEXES

Freinage magnétique

Expression de $\overrightarrow{F_{Lap}}$:

$$d\overrightarrow{F_{Lap}} = i. d\vec{l} \wedge \vec{B}$$

$$\overrightarrow{F_{Lap}} = -i. l. B \vec{u}_\theta$$

On cherche maintenant i :

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = \frac{B(R_2^2 - R_1^2)\alpha}{2}$$

$$e = \frac{B(R_2^2 - R_1^2)\omega}{2R}$$

Or $e = R.i$

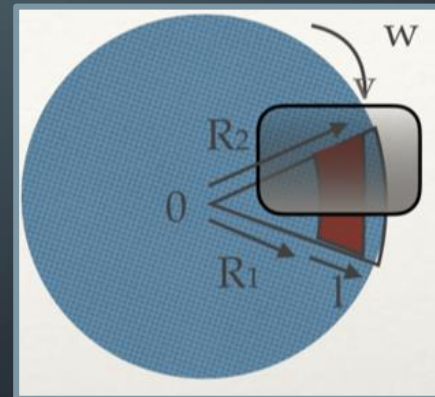
D'où l'expression de la force de Laplace :

$$\overrightarrow{F_{Lap}} = -\frac{B^2(R_2^2 - R_1^2)\omega.l}{2R} \vec{u}_\theta$$

Moment de la force :

$$\overrightarrow{M_{Lap}} = -\left(R_1 + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{B^2(R_2^2 - R_1^2).l}{2R} \omega. \vec{u}_z$$

$$\vec{M}(\overrightarrow{F_{Lap}}) = -C. \omega. \vec{u}_z$$



ANNEXES

Théorème du moment cinétique

$$\vec{L}_O = \vec{OA} \wedge m\vec{v}$$

$$\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{OA} \wedge m\vec{v})$$

$$\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \left(\frac{d\vec{OA}}{dt}\right) \wedge m\vec{v} + \vec{OA} \wedge \left(\frac{d}{dt}m\vec{v}\right)$$

Or (PFD) :

$$\frac{dm\vec{v}}{dt} = \sum \vec{F}$$

D'où :

$$\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \vec{OA} \wedge \sum \vec{F}$$

$$\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \sum \vec{\mathcal{M}}_O \vec{F}$$

ANNEXES

Système anti-blocage de roue

Le système anti-blocage des roues, plus connu sous le sigle ABS (de l'allemand : Antiblockiersystem), est un système d'assistance au freinage utilisé sur les véhicules roulants, limitant le blocage des roues, et donc le dérapage, pendant les périodes de freinage intense. Fonction secondaire dans le système de contrôle de traction, elle est utilisée sur les avions (lors de l'atterrissage), sur les véhicules automobiles ou motocyclettes, où elle fait de plus en plus partie de l'équipement standard, et sur les trains (appelé anti-enrayeur).