

# Correction rideau dans Mécalab 10

---

## 1 - Origine du problème "rideau" pour une acquisition vidéo

Les acquisitions vidéo, pointées avec une grande précision par [micropix](#), et traitées par Mécalab 8, soulèvent un problème dans le cas simple du mouvement parabolique d'un projectile soumis à son poids.

L'accélération attendue pour le projectile est l'intensité de la pesanteur  $g = 9,81 N.kg^{-1}$ , éventuellement augmentée de l'accélération des frottements de l'air qui s'opposent, comme la pesanteur, à un mouvement vers le haut, ou réduite de l'accélération de ces mêmes frottements lorsque le mouvement est dirigé vers le bas : les frottements s'opposent toujours au mouvement et ont une direction opposée à la vitesse.

On trouve une tendance inverse, très nettement supérieure aux incertitudes. De plus, l'intensité de la pesanteur est systématiquement sous-estimée pour un mouvement vers le haut, et systématiquement sur-estimée pour un mouvement vers le bas.

Si on tourne l'appareil de 90 degrés, un caractère oscillant de l'écart à la valeur 9,81 se manifeste quand la valeur absolue de la vitesse du projectile est grande.

L'effet se manifeste quelle que soit la distance focale de l'objectif, testée jusqu'à 200 mm (équivalent 400 mm 24x36), ce qui exclut un effet de distorsion purement optique.

Une [vidéo](#) indiquée par "ike" sur le forum physique-chimie donne la solution au problème.

Les données des pixels du capteur sont lues ligne par ligne. L'appareil utilisé ici produit des images 3328x2496 pixels. La caractérisation présentée au §2 montre que les 2496 lignes sont lues en 14433 microsecondes, ce qui représente une part importante de l'intervalle de temps 20000 microsecondes qui sépare 2 images, à la cadence de 50 images par seconde.

Le bas de l'image est enregistré 14433 microsecondes après le haut de l'image.

Il en résulte une sous-estimation de la vitesse du projectile lorsque celui-ci s'élève, et une sur-estimation de sa vitesse lorsqu'il descend.

La correction de la durée  $\Delta t$  pour calculer la vitesse vraie à partir du déplacement est donc :

$$\Delta t = (y_1 - y_2) \times T_{ligne}$$

où  $T_{ligne} = 5,782725\mu s$  est la durée pour l'acquisition d'une ligne de pixels et où  $y_1$  et  $y_2$  sont les ordonnées des 2 extrémités du vecteur déplacement pour obtenir la vitesse. Ces ordonnées sont comptées en valeurs fractionnaires de pixels, comptées positivement vers le bas, comme toutes les références aux écrans et capteurs numériques.

## 2 - Dispositif pour déterminer la vitesse de balayage du capteur

Une carte à microcontrôleur Arduino provoque l'allumage successif de 6 LEDs équidistantes disposées verticalement. Le cadrage de l'appareil de prise de vue est tel que les LEDs occupent la quasi totalité de la hauteur de l'image.

La durée d'allumage est inférieure à la microseconde et on contrôle à la microseconde près la durée  $T_{led}$  qui sépare l'allumage de 2 LEDs.

Les horloges de l'appareil de prise de vue et de la carte Arduino se décalent de moins d'une image en 7 minutes, ce qui indique une très bonne précision pour l'évaluation des durées par la carte Arduino.

Lorsque  $T_{led}$  est légèrement inférieure à la durée  $\Delta t$  de balayage, l'écran est noir pendant une trentaine de secondes, sauf pendant une durée très courte où on voit les LEDs s'allumer de haut en bas. Voir la [vidéo](#) ralentie 10 fois.

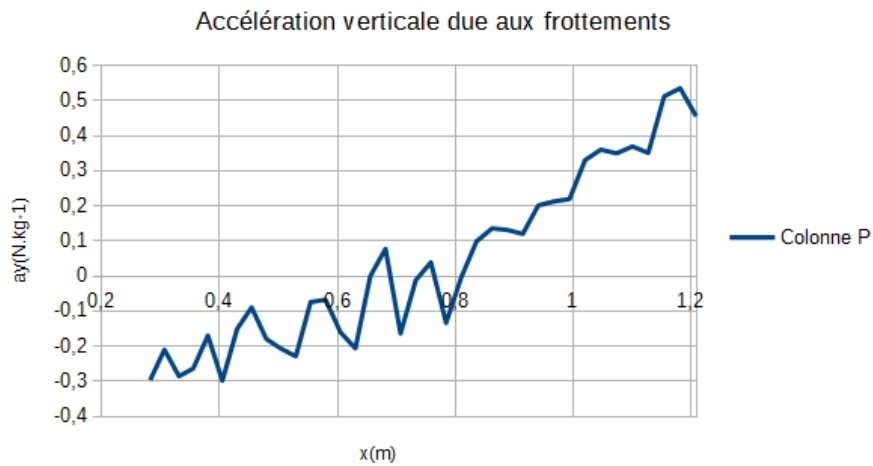
Il en est de même lorsque  $T_{led}$  est légèrement supérieure à  $\Delta t$ , sauf que les LEDs semblent s'allumer de bas en haut. Voir la [vidéo](#) ralentie 10 fois.

Par essais successifs, on trouve  $T_{led}$  à la microseconde près telle que les LEDs semblent s'allumer en même temps. On a alors  $T_{led} = \Delta t = 2467 \mu s$  entre 2 LEDs successives. Voir la [vidéo](#) ralentie 10 fois. Cette durée correspond à 426,61545 pixels, valeur donnée par micropix sur ces images.

## 3 - Conclusion

La caractérisation précédente conduit à la valeur  $T_{ligne} = 5,782725\mu s$ , introduite dans [Mécablab 10](#).

En plus de la valeur cohérente de  $g = 9,815157 N.kg^{-1}$  obtenue en utilisant la correction de la vitesse de rideau précédente, on peut évaluer par l'écart de l'accélération mesurée à un instant donné à cette valeur, la composante de l'accélération due aux frottements de l'air. La mesure est bruitée, mais significative et cohérente :



Ces mesures ne sont pas incompatibles avec une puissance dissipée (diminution de l'énergie mécanique) proportionnelle au carré de la vitesse, obtenue par le produit scalaire  $\vec{a} \cdot \vec{v}$  :

