



## Étude statistique et fiabilité des mesures sur la célérité de la lumière par l'expérience des marshmallows et d'un four à micro-ondes

Capacités exigibles :

<i>Physique - chimie</i>	<i>Numérique</i>
<p><i>Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique :</i>  <i>Histogramme, moyenne, écart-type. Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure.</i></p>	<p><i>Représenter l'histogramme associé à une série de mesure</i></p>

Objectifs : avoir un esprit critique face aux résultats des différents groupes trouvés lors de l'expérience de détermination de la célérité de la lumière.

Groupe	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10
C (m.s <sup>-1</sup> )	3,06.10 <sup>8</sup>	2,6.10 <sup>8</sup>	3,2.10 <sup>8</sup>	2,94.10 <sup>8</sup>	2,7.10 <sup>8</sup>	3,136.10 <sup>8</sup>	3,03.10 <sup>8</sup>	2,9.10 <sup>8</sup>	2,74.10 <sup>8</sup>	2,89.10 <sup>8</sup>

Les résultats obtenus montrent pour chaque expérience réalisée par les différents groupes une variabilité des mesures. Il faut donc s'intéresser au meilleur estimateur de la valeur de la célérité de la lumière : sa valeur moyenne  $c$  sur les 10 mesures à laquelle on associe une incertitude-type  $u(c)$ .

La variabilité d'une mesure s'observe facilement à l'aide d'un histogramme représentant le nombre de valeurs obtenues pour chaque valeur de célérité relevée.

- 1)** Indiquez le nombre de chiffres significatifs de chaque résultat dans le tableau suivant. Y a-t-il une (ou plusieurs) valeur(s) qui vous paraît être la moins réelle ? Justifier

Groupe	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10
Chiffres significatifs										

- 2)** A l'aide d'un tableur de votre choix (Excel, Libreofficecalc...), vous tracerez l'histogramme correspondant. Imprimez-le et collez-le ci-dessous.

- 3) Le programme Python ci-dessous permet de représenter l'histogramme des mesures réalisées et de calculer la valeur moyenne de la célérité de la lumière, l'écart-type expérimental et l'incertitude-type.

Programme python :

```

1 import matplotlib.pyplot as plt # importe les bibliothèques nécessaires
2 from statistics import * # importe les modules nécessaires
3
4 c = [ A COMPLETER, ] # crée un tableau regroupant les 10 valeurs de c
5
6 plt.hist(c) # crée l'histogramme
7 plt.xlabel(" A COMPLETER ") # titre de l'axe des abscisses
8 plt.ylabel(' A COMPLETER ') # titre de l'axe des ordonnées
9 plt.xlim(2.5E8, 3.5E8) # définit les valeurs limites de l'axe des abscisses
10 plt.show() # affiche l'histogramme
11
12 moyenne = mean(c) # calcule la moyenne de la vitesse
13 print("La valeur moyenne de la célérité de la lumière est : ", moyenne , 'm/s') # affiche la valeur de la vitesse moyenne
14
15 ecarttype = stdev(c) # calcule l'écart-type expérimental
16 print('avec un écart-type de : ', ecarttype) # affiche la valeur de l'écart-type expérimental
17
18 incertitude_type = ecarttype/(10*0.5) # calcule l'incertitude-type
19 print("L'incertitude-type sur c vaut :", A COMPLETER , 'm/s') # affiche la valeur de l'incertitude-type
20

```

Après exécution du programme python, on obtient la fenêtre graphique et l'affichage des résultats 2 dans la console.

- 4) Compléter la ligne 4 du programme Python avec les valeurs de la célérité de la lumière et aux lignes 7 et 8, les légendes des axes des abscisses et des ordonnées pour qu'il affiche l'histogramme 1 de la question 2).

#### Doc 1. Résultats obtenus dans la console python

Name	Type	Size	Value
ecarttype	float	1	19483736.807912387
incertitude_type	float	1	6161298.564426171
moyenne	float	1	291960000.0
v	list	10	[306000000.0, 260000000.0, 320000000.0, 294000000.0, 270000000.0, 3136 ...

#### Doc.2 Présentation du résultat issu d'une étude statistique et comparaison avec une valeur de référence

- Le résultat d'une mesure de la grandeur M s'exprime de la façon suivante : « dans les conditions de l'expérience, avec un échantillon de n mesures, la valeur de la grandeur M s'écrit :  $\bar{m}$  = valeur moyenne unité avec une incertitude-type  $u(M)$  = valeur unité. L'incertitude-type fournit une estimation de l'étendue des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à la grandeur M. »
- Le z-score indique si un résultat est compatible avec une valeur de référence.

$$z = \left| \frac{m_{\text{mesuré}} - m_{\text{référence}}}{u(M)} \right|$$

Si  $z \geq 2$ , alors le résultat n'est pas compatible avec la valeur de référence.

Si  $z < 2$ , le résultat est compatible avec la valeur de référence.

- 5) Présenter le résultat obtenu grâce au programme python sous la forme proposée au doc.2.  
6) Les résultats des expériences réalisées sont-ils acceptables ?