

PROGRAMMER EN PYTHON FICHE N°6 : VERRERIE ET VARIABILITÉ

Présentation

Cette activité peut servir à introduire les notions de variabilité d'une grandeur physique et d'incertitude-type. L'évaluation de cette incertitude-type est effectuée par une approche statistique, en répétant N fois (ici N = 20) la mesure de la masse d'eau prélevée et délivrée par une pièce de verrerie.

Les pièces de verrerie qui ont été utilisées lors de la phase de test sont de type EX (pipette jaugée à deux traits de 25 mL et pipette graduée de 25 mL) et IN (éprouvette graduée de 25 mL, bécher de 50 mL et fiole jaugée de 25 mL).

Les mesures ont été réalisées par une même personne, mais d'autres scénarios sont possibles.

Dans cette activité, 25 mL d'eau sont prélevés, puis versés dans un récipient posé sur une balance préalablement tarée. Une fois la masse mesurée, le récipient est vidé et la balance à nouveau tarée. L'opération est répétée pour disposer de 20 valeurs, en éliminant si besoin, les valeurs incohérentes. Les masses d'eau sont ensuite « converties » en volume.

Résultats obtenus

Eprouvette	Pipette graduée	Pipette jaugée	Fiole jaugée	Bécher
IN	EX	EX	IN	IN
25,02 mL	24,76 mL	24,97 mL	24,66 mL	23,24 mL
25,06 mL	24,75 mL	24,96 mL	24,62 mL	25,37 mL
25,21 mL	24,71 mL	24,87 mL	24,80 mL	24,60 mL
25,17 mL	24,97 mL	24,94 mL	24,73 mL	25,45 mL
25,12 mL	24,61 mL	24,98 mL	24,77 mL	23,98 mL
25,13 mL	24,68 mL	24,87 mL	24,71 mL	25,24 mL
25,07 mL	24,81 mL	24,96 mL	24,70 mL	24,69 mL

Retrouvez éduscol sur :



Eprouvette	Pipette graduée	Pipette jaugée	Fiole jaugée	Bécher
25,20 mL	24,82 mL	24,98 mL	24,74 mL	25,56 mL
25,03 mL	24,75 mL	24,92 mL	24,73 mL	24,75 mL
25,16 mL	24,76 mL	24,96 mL	24,68 mL	24,45 mL
25,12 mL	24,87 mL	24,98 mL	24,70 mL	24,44 mL
25,16 mL	25,10 mL	24,97 mL	24,71 mL	25,55 mL
25,10 mL	24,85 mL	24,95 mL	24,77 mL	25,46 mL
25,06 mL	25,00 mL	24,98 mL	24,78 mL	24,63 mL
25,08 mL	25,10 mL	24,99 mL	24,71 mL	24,30 mL
25,13 mL	25,12 mL	24,89 mL	24,75 mL	24,49 mL
25,09 mL	24,75 mL	24,88 mL	24,73 mL	24,12 mL
25,16 mL	25,12 mL	24,93 mL	24,75 mL	25,30 mL
25,18 mL	24,90 mL	24,95 mL	24,68 mL	25,46 mL
25,14 mL	24,84 mL	24,95 mL	24,71 mL	25,39 mL

Exploitation des valeurs

Les valeurs moyennes et les écarts-types de chaque distribution sont calculés grâce à un tableur.

	Eprouvette	Pipette graduée	Pipette jaugée	Fiole jaugée	Bécher
Ecart-type	0,055 mL	0,16 mL	0,039 mL	0,043 mL	0,64 mL
Moyenne	25,12 mL	24,86 mL	24,94 mL	24,72 mL	24,82 mL

Des histogrammes de répartition peuvent être tracés pour visualiser la dispersion des valeurs de masses obtenues, par exemple, en utilisant le langage Python.

Dans un premier temps, les listes de valeurs de volumes sont saisies manuellement dans des listes. Par exemple, la liste V_{pj} rassemble les valeurs obtenues avec la pipette jaugée.

- $V_{pj} = [24.97, 24.96, 24.87, 24.94, 24.98, 24.87, 24.96, 24.98, 24.92, 24.96, 24.98, 24.97, 24.95, 24.98, 24.99, 24.89, 24.88, 24.93, 24.95, 24.95]$
- $V_{pg} = [24.76, 24.75, 24.71, 24.97, 24.61, 24.68, 24.81, 24.82, 24.75, 24.76, 24.87, 25.1, 24.85, 25, 25.1, 25.12, 24.75, 25.12, 24.9, 24.84]$

Retrouvez éducol sur :



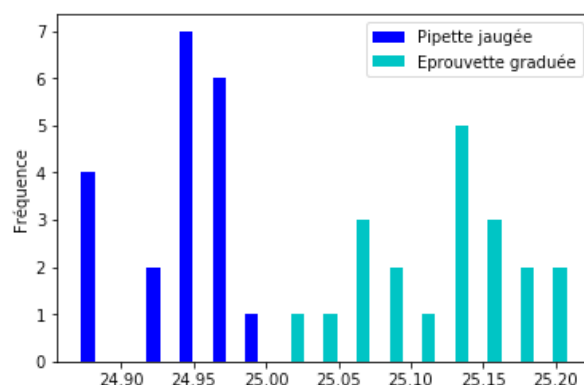
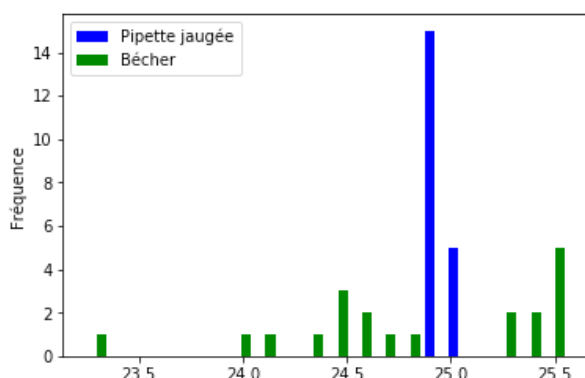
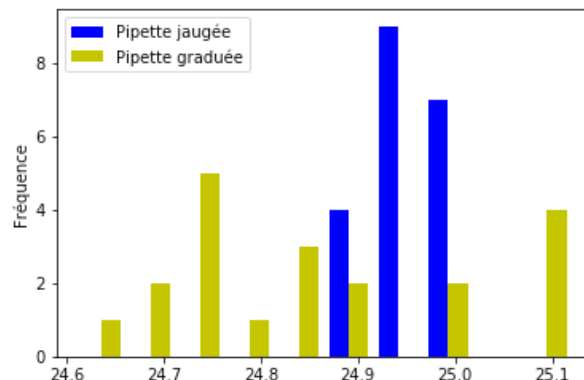
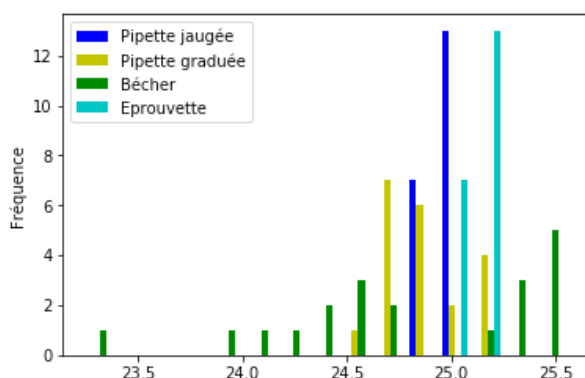
Le tracé d'histogramme s'effectue au moyen de la commande `plt.hist` qui attend comme arguments :

- la (ou les) liste(s) des valeurs à classer,
- l'intervalle de valeurs à prendre en compte : `range = (... , ...)`
- le nombre de sous-classes : `bins = ...`
- les couleurs à associer à chaque liste de valeurs : `color = ['...', '...']`

Dans l'exemple suivant, les histogrammes de répartition des valeurs obtenues avec la pipette jaugée et avec la pipette graduée sont superposés. Le tracé est limité à l'intervalle de valeurs comprises entre la valeur minimale et la valeur maximale des listes v_{pj} et v_{pg} , ce qui nécessite de créer une liste juxtaposant les valeurs des listes v_{pg} et v_{pj} et de rechercher son minimum et son maximum. Des commandes d'habillage (`plt.ylabel` et `plt.legend`) complètent le script.

```
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 plt.figure(1)
5 list = vpj+vpg
6 plt.hist([vpj,vpg],range=(min(list),max(list)),bins=10,color=['b','y'])
7 plt.ylabel('Fréquence')
8 plt.legend(['Pipette jaugée','Pipette graduée'])
```

Quelques exemples d'histogrammes superposés sont reproduits ci-après :



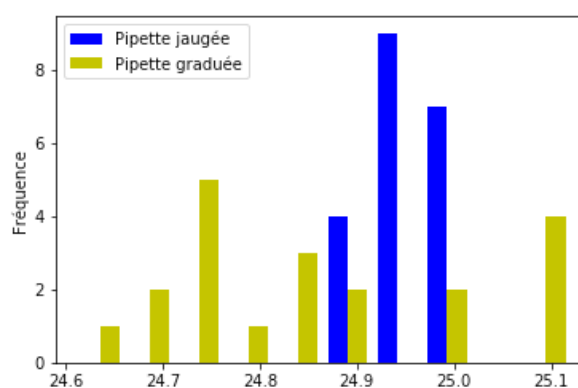
Retrouvez éducol sur :



Analyse

L'écart-type de la distribution est un indicateur de la dispersion des volumes d'eau délivrés.

Il est possible de lui donner du sens en confrontant les écarts-types de deux distributions et les allures des histogrammes associés. Par exemple, la comparaison des mesures réalisées avec la pipette jaugée et avec la pipette graduée montre que, si les valeurs moyennes des deux distributions sont proches, l'écart-type de la distribution obtenue pour la pipette graduée est plus important.



	Pipette graduée	Pipette jaugée
Moyenne	24,86 mL	24,94 mL
Ecart-type	0,16 mL	0,04 mL

Conclusion

Cette étude statistique permet de déterminer l'incertitude-type à associer à une mesure unique du volume délivré par une pièce de verrerie. Par exemple, dans le cas de la pipette jaugée, le volume délivré est associé à une incertitude-type $u(V_{pj}) = 0,04$ mL.

D'autre part, si l'incertitude-type liée au volume délivré par la fiole jaugée est comparable à celle liée à la pipette jaugée, le volume moyen délivré par la fiole jaugée est plus éloigné des 25 mL que pour la pipette jaugée. Ceci est à rapprocher du type IN ou EX de ces pièces verrerie. Une pièce IN est destinée à contenir un volume donné, une pièce EX est destinée à le délivrer.

Cette activité permet de conclure que, pour réaliser une dilution avec une précision maximale, les liquides doivent être prélevés à l'aide d'une pipette jaugée, mais dilués dans une fiole jaugée.

Retrouvez éduscol sur :

