



COMPARAISON GRAHIQUE DE DEUX VALEURS AVEC INCERTITUDE

Le but d'une expérience de laboratoire est souvent de vérifier un résultat théorique à l'aide d'un montage. Puisqu'il est impossible (sinon très rare) d'arriver à un résultat exactement identique, le succès de l'expérience doit être évalué par certaines comparaisons entre votre résultat expérimental et la valeur théorique attendue.

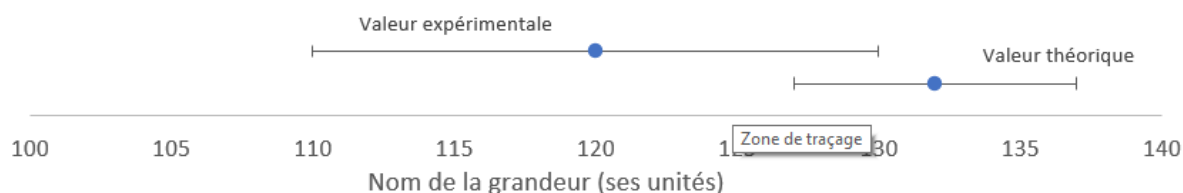
Vous trouverez dans ce document une marche à suivre pour produire une illustration de qualité de la comparaison graphique; mais parlons d'abord de sa signification et de son interprétation.

Le calcul de l'écart expérimental (pourcentage d'écart) entre une valeur expérimentale et une valeur théorique est une comparaison pertinente, mais insuffisante. Pour certaines expériences réalisées minutieusement, on devrait pouvoir obtenir un résultat très très près de la valeur théorique, et un écart de 2 % pourrait être considéré comme un échec, alors que dans d'autres cas, une expérience dont les conditions de réalisation sont plus difficiles pourrait être considérée comme un succès même avec un pourcentage d'écart de 10 %. Ainsi, la seule comparaison pertinente doit faire intervenir les incertitudes des valeurs comparées.

Le principe de comparaison est simple : si les domaines d'incertitudes des deux valeurs comparées se chevauchent, il y a une possibilité que les deux valeurs comparées soient égales ou très proches, et donc l'expérience a dû être réalisée correctement et est un succès.

Concept de comparaison graphique : sur une droite des nombres (qui n'a pas besoin d'être tracée depuis l'origine), il suffit de placer les deux valeurs à comparer et d'illustrer, en respectant l'échelle choisie, les incertitudes de l'une et de l'autre.

Voici une représentation complète et une façon correcte de la présenter :



Dans chaque rapport de laboratoire où vous avez tenu compte de l'incertitude d'au moins l'une des deux valeurs, faire la comparaison graphique est possible.

Dans l'exemple qui suit, on étudie la durée d'un événement quelconque et on compare les valeurs suivantes :

Valeur théorique : (132 ± 5) s

Valeur expérimentale : (120 ± 10) s

D'abord, voyons ce que signifie « valeur théorique ». Dans certains cas, la valeur théorique résulte d'une démonstration, faisant elle-même intervenir des valeurs possédant une incertitude (auxquels cas la valeur théorique aura également une incertitude).

Dans d'autres cas, il s'agit d'une valeur admise par la science, après que des expériences réalisées dans les meilleures conditions disponibles aient abouti à ces résultats. Cette valeur « expérimentale » se retrouvera dans les ouvrages de référence et peut nous servir de référence comme valeur incontestée de la grandeur étudiée. Mais étant aussi le résultat d'une expérience, elle est aussi accompagnée d'une incertitude.

La valeur théorique doit donc être distinguée de la *valeur réelle*. La valeur réelle est « la vérité », qu'il aurait été impossible de déterminer avec une précision infinie, d'où l'incertitude. Mais on prend pour acquis que la valeur réelle se trouve à l'intérieur du domaine d'incertitude de la valeur théorique.

Dans l'exemple présenté précédemment, les incertitudes nous apprennent que la valeur théorique est comprise entre 127 s et 137 s, alors que la valeur expérimentale est comprise entre 110 s et 130 s. Il y a un recouvrement des domaines d'incertitude entre 127 s et 130 s. Il y a donc une probabilité non nulle qu'à la fois la

valeur réelle se trouve dans le domaine d'incertitude de la valeur théorique et dans celui de la valeur expérimentale. La présence de cette possibilité nous conduit donc à affirmer que l'expérience est un succès. En d'autres mots, on ne peut être sûr que le résultat de notre expérience ne coïncide pas avec la réalité.

À l'opposé, si les domaines d'incertitude ne se recouvrent pas, nécessairement la valeur réelle ne peut se trouver à la fois dans les deux domaines d'incertitude. L'expérience a alors échoué. On n'a pas réussi à démontrer ou à obtenir la valeur attendue.

Remarque : Parfois, la valeur théorique est fournie sans incertitude. Dans ce cas, on applique le même raisonnement en assumant une incertitude de « ± 0 ». La comparaison graphique peut se faire de la même façon, et on s'attend alors à ce que le domaine d'incertitude de la valeur expérimentale inclue la valeur théorique, tout simplement.

Lorsque vous incluez une comparaison graphique dans votre rapport, vous devez toujours la commenter (dans votre discussion/conclusion si vous en faites une). Commentez la réussite (succès/échec) de votre expérience, et particulièrement si c'est un échec tentez d'en expliquer la cause et/ou identifier les causes d'erreur ayant pu mener à cet écart. Notez qu'une cause mathématiquement possible demeure la sous-estimation de certaines incertitudes dans vos mesures ou calculs, puisque des incertitudes plus grandes pourraient mener au recouvrement souhaité des domaines.

Marche à suivre pour produire une comparaison graphique

La comparaison graphique est un graphique à une dimensions et Excel permet de le faire simplement même si ce n'est pas une fonction annoncée dans Excel. (Certains emplacements des fonctions varient légèrement d'une version à l'autre de Excel, mais les étapes sont les mêmes.)

Produisez un tableau de 3 lignes contenant les deux valeurs et leurs incertitudes. La ligne contenant « 1 » et « 2 » est importante :

<i>Valeur théorique</i>	<i>Valeur expérimentale</i>
1	2
<i>Incertitude de la valeur théorique</i>	<i>Incertitude de la valeur expérimentale</i>

En l'occurrence, avec les valeurs fournies plus haut pour notre expérience fictive :

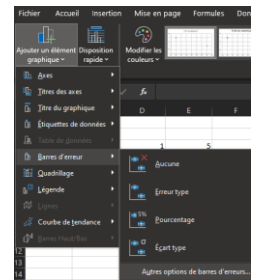
132	120
1	2
5	10

Suivez ensuite les étapes ci-après :

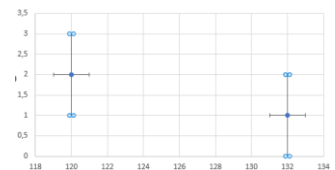
- Sélectionnez les deux premières lignes de ce mini tableau;

132	120
1	2
5	10

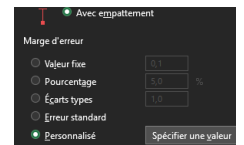
- Produisez un graphique à nuages de points sans courbe (Insertion/Graphiques...). Devrait alors apparaître un graphique à deux points dont les valeurs verticales sont « 1 » et « 2 »; On veut maintenant faire apparaître les barres d'incertitude de chaque point. Alors que le graphique est sélectionné, cliquez sur le bouton « Ajouter un élément de graphique » sous l'onglet « Création de graphique », et sélectionnez « Barres d'erreur/Autres options de barres d'erreur... ».



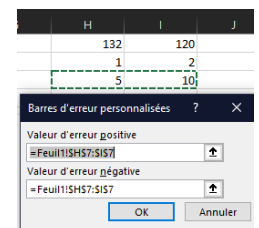
- Des barres d'erreur apparaissent avec une valeur initiale de ±1. Sélectionnez d'abord les barres d'erreur verticale pour les supprimer.



- Sélectionnez ensuite les barres d'erreur horizontales et dans le volet de format des barres d'erreur (double-cliquez les barres d'erreur pour les faire apparaître au besoin), sélectionnez une *Marge d'erreur* de type « Personnalisé », et « Spécifiez une valeur »



- Faites ensuite en sorte que les valeurs d'erreur (positive comme négative) correspondent aux deux cases contenant les incertitude des deux valeurs.



- On veut maintenant ajuster la mise en forme et faire disparaître les éléments non requis. Tour à tour, sélectionnez et supprimez : les quadrillage des deux sens, les graduations de l'axe vertical,

et même le titre (on aura un meilleur contrôle du titre dans Word);

- Via l'onglet « Création de graphique », faites ajouter un titre à l'axe horizontal, et ajoutez un titre et des unités conséquents avec votre expérience.
- On veut maintenant faire en sorte que seul la région utilisée de l'axe x soit représentée. Allez dans les options de l'axe horizontal (double-clic). Vous pouvez sélectionner les valeurs limites de l'axe. Modifiez les limites au besoin pour agrandir que les points et incertitudes exploitent l'ensemble de la zone graphique. (Les barres d'incertitude doivent être

entièrement visibles, en plus d'une petite marge.)

- Par un clic-droit sur l'un des points, faites « Ajouter des étiquettes de données » et identifiez les points.

Voilà! Il ne reste que la mise en forme à corriger pour insérer votre graphique dans votre rapport. Aplatissez-le pour en faire un graphique 1D, tout en permettant bien son interprétation. Disposez tous les étiquettes et tous les éléments soigneusement et copiez/collez-le vers votre rapport Word. Dans Word, vous pouvez toujours sélectionner les divers éléments pour ajuster la mise en forme.

