

Les incertitudes

La question de la mesure et des incertitudes est un sujet « chaud » en ce moment dans l'univers de l'enseignement de la physique et de la chimie. Un peu laissé de côté pendant de nombreuses années, il revient sur le devant de la scène, avec le langage parfois abscons des métrologues. Du coup, les enseignants sont désemparés (au lycée, CPGE incluses) et les étudiants risquent de se perdre dans des formules incomprises ou des recettes. Une clarification est donc nécessaire. Pour un chimiste, quelles sont les sources d'erreur ? En gros : les instruments, l'expérimentateur, les produits utilisés, la méthode... Si la méthode est mauvaise

(flou sur le virage d'un indicateur coloré...), peu importe la précision sur la verrerie ! Alors, que faire ? Avant tout se préserver des ravages pédagogiques d'une position dogmatique. Donc, avant de faire des calculs, parlons français et bon sens... Et rappelons-nous que les élèves (ou les étudiants de CPGE, L1 ou L2), qui manipulent dans des salles de TP, avec des appareils standards, ne sont pas dans les conditions de travail des métrologues...

Michel Vigneron
IA-IPR Paris
12 juillet 2012

Des incertitudes de type B en chimie

La lecture de l'article de C. Ducamp, I. Hallery et F. Marchal (*L'Act. Chim.*, 2013, 374, p. 36) donne l'occasion de soulever deux problèmes : le choix des sources d'incertitudes, et l'estimation des incertitudes en chimie. En chimie analytique, les industriels utilisent quasi exclusivement des incertitudes de type A. Cette façon de faire est normalisée et ne pose pas (trop) de problèmes dans sa mise en œuvre. Dans un contexte pédagogique, il est aussi intéressant d'initier les étudiants à la métrologie et donc de faire aussi des évaluations d'incertitudes de type B. L'exemple traité dans l'article est celui du calcul d'incertitudes lors d'un titrage. Est-ce le bon exemple ? Autant la métrologie se fait sur des instruments, autant, lors d'un titrage, le grand nombre d'opérations à prendre en considération pose de réels problèmes. Limitons-nous au cas d'une détection du volume à l'équivalence par l'utilisation d'un indicateur coloré. La première étape consiste à lister les sources d'incertitudes. Selon l'approche que l'on choisit, on peut faire varier le nombre de paramètres de deux à... pas loin de vingt. Comment choisir pertinemment ces paramètres ? Posons-nous quelques questions :

- Est-il judicieux de tenir compte de la précision de lecture à l'équivalence si on ne tient pas compte de celle du « zéro » de la burette ?
- Doit-on tenir compte de la rétention de liquide sur les parois de la pièce de verrerie ? Si oui, comment évaluer l'incertitude associée ?
- Qu'est-ce qui est inclus comme paramètre dans le $\pm 0,03$ mL de la pipette de 20 mL classe A ?
- Est-il judicieux de dire qu'un volume se mesure à la goutte si celle-ci perle encore sur la pointe d'écoulement ?
- Doit-on tenir compte de la sensibilité de la détection du

volume à l'équivalence (tous les indicateurs colorés ne sont pas à changement de couleur nette et franche) ? Si oui, comment évaluer l'incertitude associée ?

- Soyons extrême : est-il pertinent de tenir compte de la dilatation de la verrerie (et pas des liquides ?) et pas de l'influence de l'altitude (et donc de l'accélération de la pesanteur) ou du taux d'hygrométrie ?

On peut lister *ad infinitum* les paramètres, enchaîner les calculs pour finir par constater que, dans le cadre de l'exemple du titrage, la principale source d'incertitude est... l'opérateur. Le deuxième point concerne l'estimation des incertitudes. Celle-ci est relativement normalisée bien que deux problèmes subsistent : celui du choix des profils de distribution (comment choisir judicieusement entre une distribution gaussienne, triangulaire, rectangulaire ou autre ?) et celui de l'intégration des termes de répétabilité. En effet, si en type B on cherche à faire intervenir l'opérateur et que l'on souhaite ajouter un terme d'incertitude de répétabilité, comment faire pour déterminer ce terme sachant qu'un test de répétabilité est nécessairement multifactoriel ? Comment éviter de prendre en considération plusieurs fois la même source d'incertitude dans le calcul final ?

Ce sont toutes ces considérations qui ont amené justement les industriels à privilégier une approche pragmatique, celle de type A. Lorsque l'on pratique l'évaluation de type B dans un enseignement généraliste en chimie, non spécialisé en métrologie, il est très facile de se perdre dans un salmigondis de calculs à n'en plus finir. Alors pourquoi ne pas proposer des règles simples qui faciliteraient son apprentissage ?

Xavier Bataille
ENCPB, Paris
12 juillet 2012



**Vous aussi, vous souhaitez réagir à un article,
nous donner votre opinion sur un sujet d'actualité...?**

Écrivez-nous, ces colonnes vous sont ouvertes !

redaction@lactualitechimique.org