Les chiffres significatifs

Le concept de nombre a une signification particulière en sciences appliquées. Alors qu'en mathématiques, la quantité de chiffres dans un nombre peut être illimitée, en sciences appliquées, elle est toujours restreinte car elle reflète la limite de précision des instruments de mesure. Les chiffres utiles, ceux qui tiennent compte de la précision et de l'incertitude d'une mesure, sont dits significatifs. Ce sont eux qui servent à traduire le degré de précision d'une mesure, et c'est la raison pour laquelle on doit connaître le nombre adéquat de chiffres significatifs qu'ils faut conserver dans une mesure. Il existe quelques règles afin de déterminer le bon nombre de chiffres significatifs.

Règle 1 : Tout chiffre différent de zéro est significatif.

Exemple : 1,8554 g comprend cinq chiffres significatifs.

Règle 2 : Les zéros placés *entre* deux chiffres significatifs sont significatifs.

Exemple : 6,07 cm comprend trois chiffres significatifs.

Règle 3 : Les zéros placés *à gauche* du premier chiffre différent de zéro ne sont pas significatifs.

Exemple : *0,00325* ne contient que 3 chiffres significatifs (3, 2, et 5), les zéros ne servant qu'à indiquer la position de la virgule décimale. D'ailleurs, ces zéros disparaissent lorsqu'on utilise la notation scientifique ou exponentielle. Selon cette dernière notation, la virgule décimale est placée après le premier chiffre différent de zéro et sa position est précisée à l'aide d'un exposant. Ainsi, le nombre *0,00325* s'écrit $3{,}25 \times 10^{-3}$ en notation scientifique, ce qui met en évidence les 3 chiffres significatifs.

Règle 4 : Les zéros placés à droite sont significatifs *s'ils sont placés après la virgule*.

Exemples : 300 n'a qu'un seul chiffre significatif
2,460 comprend quatre chiffres significatifs

NOTE : Si on désire que le nombre 300 ait trois chiffres significatifs il suffit de le convertir en notation scientifique. Ainsi 300 (1 c.s.) devient $3{,}00 \times 10^2$ et contient maintenant trois chiffres significatifs.

Règle 5 : Les nombres exacts sont considérés comme ayant un nombre infini de chiffres significatifs.

Ils ne sont donc pas limitatifs. Ces nombres sont obtenus non pas en utilisant un appareil de mesure mais plutôt par comptage (ex : 8 molécules), par l'utilisation d'une formule mathématique (ex. : le 4 et le 3 de $4/3\ \pi\ r^3$) ou par définition. Par exemple, par convention, le pouce mesure exactement 2,54 cm. Donc dans l'expression 1 po = 2,54 cm, ni le 1 ni le 2,54 n'influencent le nombre de chiffres significatifs dans les calculs.

Les chiffres significatifs dans les calculs

Il faut souvent effectuer des calculs à partir de valeurs mesurées pour obtenir le résultat final d'une expérience. Or, la précision des mesures doit se refléter dans le résultat obtenu. Il est logique de penser qu'un résultat *ne peut pas* être plus précis que les mesures qui ont servi à le calculer. Pour tenir compte de cette transmission de l'incertitude dans les résultats, on doit se fier à quelques règles de base pour déterminer le nombre de chiffres significatifs du résultat final. Cependant, ces règles ne constituent pas une méthode exacte. Il existe en effet d'autres méthodes de calcul plus précises mais parfois compliquées. Les règles ci-dessous mènent à une bonne approximation et permettent de sauver du temps tout en donnant des résultats très rapprochés de ceux qui seraient obtenus par des calculs plus complexes.

Règle 6 : **addition et soustraction :** Le résultat d'une addition ou d'une soustraction a *autant de décimales que la mesure (utilisée dans le calcul) qui en a le moins*.

Exemple :
$$\begin{array}{r} 20{,}325 \\ +\ \ 3{,}3432 \\ \underline{+\ \ 0{,}4} \\ 24{,}0682 \end{array}$$

Le résultat corrigé est *24,1* puisque le dixième est le premier chiffre incertain (provenant de 0,4).

Règle 7 : **multiplication et division :** Le résultat d'une multiplication ou d'une division a le *même nombre de chiffres significatifs que la mesure (utilisée dans le calcul) qui en a le moins*.

Exemple : Le volume d'une sphère dont le rayon est de 5,3 cm est calculé de la façon suivante : $4/3\ \pi\ r^3 = 4/3 \times 3{,}1416 \times (5{,}3)^3 = 623{,}61598\ cm^3$. En tenant compte des chiffres significatifs, le résultat est *$6{,}2 \times 10^2$ cm^3* puisque la mesure ayant le moins de chiffres significatifs dans ce calcul est le rayon (5,3 cm) ; les chiffres 4 et 3 formant un nombre exact ont une précision infinie.

Règle 8 : **logarithmes et exposants** : Certains calculs en chimie, par exemple le calcul du pH, nécessitent l'utilisation des logarithmes et des exposants. Pour être en mesure de déterminer le nombre de chiffres significatifs qu'il faut retenir en effectuant une telle opération, il faut d'abord se rappeler qu'un logarithme est composé d'une partie entière, le *déterminant*, et d'une partie fractionnaire, la *mantisse*. Par exemple, le logarithme de 156 en base 10 est 2,193. Ici, le déterminant est 2 et la mantisse est 0,193.

La règle à appliquer consiste à *attribuer à la mantisse le même nombre de chiffres significatifs qu'on trouve dans la valeur dont on calcule le logarithme*. La raison est que le déterminant ne fait qu'indiquer un ordre de grandeur ; par exemple, $\log 1{,}56 \times 10^2 = 2{,}193$ et $\log 1{,}56 \times 10^{10} = 10{,}193$. On constate que le déterminant dépend uniquement de l'exposant alors que la mantisse ne dépend que du nombre 1,56. Comme ce nombre a 3 chiffres significatifs, il y en aura 3 dans la mantisse.

Si on fait l'inverse d'un logarithme, c'est-à-dire si on affecte d'un exposant le nombre 10 (ou le nombre e = 2,71828 pour les logarithmes naturels), *la réponse aura le même nombre de chiffres significatifs que la partie fractionnaire de l'exposant (la mantisse).* Cette règle est donc la même que ci-dessus exprimée différemment.

Règles permettant d'arrondir un nombre

1. Dans une série de calculs, on doit conserver les chiffres supplémentaires jusqu'au résultat final ; après quoi, il faut arrondir.
2. Si le chiffre à éliminer est :
   a) inférieur à 5, le chiffre précédent demeure le même (ex. : 1,33 devient 1,3).
   b) supérieur ou égal à 5, le chiffre précédent est majoré de 1 (ex. : 1,36 devient 1,4).

Source : *NYB-A-09-**Precision_des_mesures**.doc (www.cegep-ste-foy.qc.ca)*