

Quel langage adopter pour enseigner la chimie ?

Françoise Rouquérol et Michel Vigneron

- Résumé** Nous connaissons tous des enseignants, de forte personnalité, qui ont forgé en partie leur propre vocabulaire. Il en est résulté différentes « écoles » et différents langages qui compliquent l'assimilation d'une discipline par un « apprenant ». L'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) a fait un travail considérable dans les différentes commissions spécialisées qui rassemblent des chimistes et des physiciens de tous pays. La troisième édition des recommandations concernant les grandeurs, les unités et les symboles utilisés en chimie physique a été publiée. C'est un véritable manuel pédagogique proposant un langage commun à tous les chimistes et les physiciens ; il n'est plus nécessaire d'innover dans ce domaine et il suffit simplement de suivre ces règles pour se faire comprendre de tous. Cela ne signifie pas qu'il faille abandonner ses propres conceptions mais invite à entrer dans une large concertation permettant d'assurer une homogénéité dans l'enseignement de notions plus ou moins complexes donné à différents niveaux. Des exemples de cette homogénéité retrouvée, pris dans l'enseignement aussi bien secondaire qu'universitaire, sont montrés dans cet article, tout particulièrement en thermodynamique chimique, un domaine qui a pu décourager ceux qui n'ont jamais eu la certitude d'avoir compris ce qu'ils avaient appris...
- Mots-clés** **Vocabulaire de chimie, didactique, Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC), chimie physique, JIREC 2010.**
- Abstract** **What language for chemistry?**
We all know teachers with a strong personality who coined their own vocabulary. This led to various "schools", even in a given country, which often made it difficult for a student to assimilate a field of knowledge. The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) carried out an extensive work in the scope of specialized Commissions where chemists and physicists from all over the world could work together. The resulting 3rd edition of the IUPAC manual *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry* is a really pedagogical manual, proposing a common language to chemists and physicists from any country. Innovation is not any more requested in this field; applying the proposed rules is enough to be understood by anybody. This does not mean that we should abandon our own views; rather, we are invited to share them, with the objective of ensuring, at various levels, the consistent teaching of more or less complex notions. This paper provides a number of examples of such a "recovered consistency", in the scope of French Colleges and Universities, especially in the field of chemical thermodynamics, a field which probably discouraged many because, due to the past inconsistencies, they were never sure they had really understood what they had learnt...
- Keywords** **Chemical vocabulary, didactics, International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), physical chemistry, JIREC 2010, teaching.**

Nous constatons trop souvent, hélas, que la chimie est mal aimée, sans doute parce que le public est très marqué par la pollution et les dangers qu'il continue à associer à l'industrie chimique, sans être toujours au courant des améliorations permanentes dans ce domaine. Peut-on maintenant ajouter que la chimie n'est pas facile à enseigner ?

Pourtant, l'enseignement de la chimie (au collège et au lycée) a considérablement évolué. Au début des années 80, on est passé d'une chimie surtout descriptive, avec de nombreuses monographies, à une chimie plus conceptuelle, mais aussi plus en prise avec la vie quotidienne. La création des « Olympiades de la chimie » a suscité l'enthousiasme des élèves en leur proposant de montrer les progrès apportés par la chimie dans des domaines tels que l'alimentation, l'habitat ou la santé, et cela a aussi motivé les enseignants. L'expérimentation, fondée sur des produits de la vie courante, a été très appréciée par les élèves car ils pouvaient comprendre l'utilité de la chimie dans des

domaines qu'ils connaissaient. Simultanément, un effort de formation continue des enseignants du secondaire a permis, dans les années 90, de développer une nouvelle façon d'enseigner.

Par contre, l'image de la chimie, en tant qu'activité industrielle, s'est plutôt détériorée dans les dernières décennies alors que l'opinion se montrait de plus en plus sensible aux thèmes de la protection de l'environnement et du développement durable. On peut se réjouir de constater que les chimistes se tournent vers ces derniers sujets : en 2006, les Journées de l'innovation et de la recherche pour l'enseignement de la chimie (JIREC), organisées par la division Enseignement-Formation de la Société Chimique de France, avaient pris pour thème « chimie et développement durable », puis en 2007, « valorisation et cycle de vie de la matière minérale » ; en 2011, le thème en sera « la chimie et le vivant ».

Notons encore que le développement de la didactique a souligné l'importance du langage pour appréhender une

discipline scientifique. Il s'ensuit que des efforts remarquables de pédagogie ont été faits dans l'enseignement secondaire pour lequel des réformes, concernant entre autres l'utilisation d'un vocabulaire précis, ont été proposées. Cette clarification du langage a permis de donner à la discipline chimie, dans le secondaire, l'image d'une science à la fois rigoureuse dans le maniement des concepts et attrayante car jamais déconnectée de ses applications. Finalement, on cherche à « contextualiser » des notions rigoureusement définies. On peut regretter que ces efforts n'aient pas toujours été connus et poursuivis dans l'enseignement supérieur.

Dans le premier cycle universitaire, il est fréquent qu'un enseignant reprenne la base d'un certain nombre de notions déjà vues au lycée, mais avec un langage différent. On peut trouver, pour une discipline donnée, plusieurs livres donnant des informations contradictoires. Il n'est pas utile d'explicitier les raisons de cet état de fait. On peut simplement dire qu'il n'existe pas suffisamment de concertation entre les enseignants, ce qui conduit à la création de différentes « écoles » qui utilisent chacune leur propre langage.

L'apprentissage de la chimie dans l'enseignement secondaire

Quantité de matière et nombre de moles

Les problèmes de communication en chimie ont toujours existé. Pendant longtemps, la transformation de la matière était effectuée par des alchimistes qui gardaient jalousement leurs secrets de fabrication. Il a fallu presque un siècle pour que la chimie soit considérée comme une science à part entière, au même titre que la physique et les mathématiques, et pour que les chimistes obtiennent que la « quantité de matière » ait le statut d'une grandeur fondamentale, au même titre que la longueur ou le temps, dotée d'une unité propre : la mole (symbole : mol). Il convient donc de ne plus confondre la grandeur physique (la quantité de matière) et sa mesure (le nombre de moles). Cependant, par habitude, bien des enseignants parlent encore par exemple de la réduction du nombre de moles de réactif au lieu de parler de la réduction de la quantité de réactif disponible. Pourtant, ces mêmes enseignants parlent à juste titre de longueur ou de temps et non pas de nombre de mètres ou nombre de secondes.

Transformation et réaction

Un autre aspect délicat de la chimie est celui de la modélisation d'une transformation chimique par une réaction chimique dont l'équation traduit élégamment un contenu qui est loin d'être évident pour les élèves.

Dans une transformation chimique, des réactifs disparaissent et des produits apparaissent. Cette transformation est modélisée : on explique la transformation étudiée par « un réarrangement d'atomes au sein de nouvelles molécules » qu'on traduit en écrivant « une équation de réaction », qui précise le sens de la transformation et traduit la conservation de la matière.

Cette modélisation fondamentale n'a rien d'évident et pose des problèmes à plusieurs niveaux. Ainsi le charbon est-il assimilé à du carbone qu'on va symboliser par la lettre C ; l'air qui contient du diazote et du dioxygène n'intervient que par le dioxygène, écrit O₂. A-t-on pris le temps d'expliquer ce que signifiait O₂ ? Le chiffre qui accompagne le symbole O se met-il à droite ou à gauche ?...

On ne dit rien des phénomènes thermiques et lumineux éventuellement observés en limitant le modèle de l'équation de réaction au seul aspect (fondamental à ce niveau) de la conservation de la matière. C'est loin d'être évident pour les élèves, et la distinction essentielle entre transformation et réaction est faite, en principe, pour lever certains malentendus qui génèrent de l'incompréhension. Néanmoins, le mot « réaction » continue à être utilisé à la place du mot « transformation », ce qui induit des formulations dont l'ambiguïté n'apparaît plus aux experts (enseignants, chercheurs...) mais constitue un obstacle lourd pour les élèves qui, par définition, ne sont pas – encore – des experts.

Équilibrer et ajuster

Au lycée général et technologique, on évoque « l'ajustement des nombres stœchiométriques ». On peut s'attarder sur cette expression, qui devient souvent en langage expert « équilibrer une équation de réaction », quand ce n'est pas « équilibrer une réaction » par abus de langage. Le choix de langage fait par les rédacteurs des programmes de lycée évite l'utilisation du verbe « équilibrer » parce qu'on évoquera plus tard (en Terminale) la notion d'équilibre et parce que le verbe « équilibrer » induit des confusions.

D'une façon générale, ne faut-il pas insister sur ce qui est la base de l'enseignement, c'est-à-dire la communication ? Il paraît fondamental que l'enseignant s'exprime avec des mots qui seront compris par les élèves dans le sens utilisé. Il est alors important que tous les chimistes se mettent d'accord sur les termes à utiliser et le sens qu'il faut leur donner.

Recommandations de l'IUPAC

L'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) a publié, en anglais, la troisième édition de ses recommandations concernant les grandeurs, les unités et les symboles utilisés en chimie physique [1]. Les différentes commissions spécialisées, qui rassemblent des chimistes de tous pays, ont fait un travail remarquable de réflexion et de concertation. Cette concertation a nécessité un effort d'harmonisation aussi bien à travers les disciplines qu'entre les habitudes ou conventions propres aux différents pays. Il en est résulté un véritable manuel pédagogique proposant un langage commun à tous les chimistes et physiciens de tous les pays. Cette édition a déjà été traduite en japonais et la traduction française est en cours [2].

Nous voudrions par quelques exemples montrer comment ces recommandations de l'IUPAC sont une aide précieuse à la clarification de l'enseignement de la chimie.

Expression d'une grandeur physique

Il est rappelé qu'une grandeur physique, notée à l'aide de la lettre *Q* écrite en italique, doit toujours s'exprimer sous la forme du produit d'une valeur numérique, notée {*Q*}, par une unité, notée |*Q*|, soit $Q = \{Q\} |Q|$. Puisque, dans un graphique, l'ordonnée et l'abscisse sont proportionnelles à des nombres purs, c'est donc la valeur numérique {*Q*} qui doit être indiquée. Cependant, cette valeur n'a de sens que si l'unité par laquelle elle doit être multipliée est donnée. Cela est fait simplement et clairement en précisant sur chaque axe du graphique que la valeur numérique utilisée est égale au quotient de la grandeur physique par l'unité choisie.

On écrira donc systématiquement sur chaque axe $Q / |Q|$, c'est-à-dire $\{Q\}$. Cette écriture est un facteur de clarté. Ainsi l'expression $m = 3,65$ g peut-elle être écrite $\{m\} = m/g = 3,65$. Il est regrettable que cette proposition simple et d'application universelle ne soit pas encore suivie par beaucoup de chercheurs et d'éditeurs de revue. Ne trouve-t-on pas souvent $m(g) = 3,65$ sur les axes des graphiques ou dans les tableaux de chiffres par exemple ?

Quantité de matière = grandeur de base

La quantité de matière est d'une importance particulière pour les chimistes car elle est proportionnelle au nombre d'entités élémentaires de l'espèce chimique considérée. La chimie étant une science expérimentale, il a fallu disposer d'une unité (la mole) utilisable à l'échelle macroscopique des expériences. Il en est résulté un facteur de proportionnalité extrêmement petit, le même pour toutes les espèces, qui a pour inverse la constante d'Avogadro, autrefois appelée « nombre d'Avogadro ». En effet, il ne s'agit pas d'un nombre pur mais d'une grandeur qui est homogène, à l'inverse d'une quantité de matière, et qui s'exprime donc en mol^{-1} . La valeur de cette constante résulte d'une mesure se référant, par convention, à 12 g de carbone 12 et n'est connue qu'aux erreurs de mesure près.

Symboles proposés par l'IUPAC

L'IUPAC propose une liste de symboles pour toutes les grandeurs physiques en précisant les symboles les plus utilisés ; toutefois on en conserve plusieurs pour permettre, dans chaque sous-discipline, l'emploi d'un jeu de symboles dénués d'ambiguïté. Ainsi l'énergie libre, souvent représentée par le symbole A en thermodynamique, peut-elle être désignée par le symbole F en chimie des colloïdes et des surfaces où le symbole A est plutôt réservé à l'aire superficielle.

Pour chaque grandeur physique, l'équation de définition est précisée ainsi que l'unité dans laquelle la grandeur s'exprime. C'est un précieux outil pour aider l'élève à préciser dans chaque cas l'équation aux dimensions de la grandeur qu'il calcule.

Si on veut faciliter la compréhension entre scientifiques de tous les pays, il est bien sûr très souhaitable de se plier à ces prescriptions et d'abandonner des habitudes séculaires... Lorsque cela semble impossible, il faut alors se donner la peine d'indiquer, à chaque fois, la signification des symboles qui s'éloignent du consensus international.

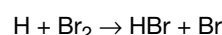
Le système international d'unités (SI)

Le SI est le système d'unités légal en France où il doit donc être, maintenant, le seul système utilisé. Parmi les unités recommandées, citons le nanomètre, dont le symbole est nm, qui est amené à remplacer progressivement l'ångström, aujourd'hui déconseillé. Ajoutons encore que le symbole recommandé pour désigner la minute est « min », non « mn » (et encore moins la minute d'angle ') que l'on retrouve trop souvent sur des affiches publicitaires ou même dans des lieux officiels publics comme les gares de la SNCF ! Peut-on ajouter que le symbole d'une unité ne prend pas de « s » au pluriel : 12 km, et non 12 kms comme on lit sur des affiches... ? On écrira 10 mol, 2 A, 5 V, mais pas contre 10 moles, 2 ampères ou 5 volts car dans ce cas, c'est le nom complet de l'unité qui est utilisé, sans majuscule.

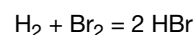
Approche macroscopique et approche microscopique

Une difficulté rencontrée dans l'enseignement de la chimie se trouve dans le fait qu'il est fréquent de ne pas faire une claire distinction entre l'approche macroscopique, résultant de l'observation de la réalité expérimentale, qui met en jeu un très grand nombre d'entités élémentaires, et l'approche microscopique, qui ne tient compte que d'un nombre très limité d'entités élémentaires et permet une explication théorique en imaginant ce qui peut se passer au niveau des atomes et des molécules. C'est pourquoi l'IUPAC propose de faire une claire distinction entre les deux approches.

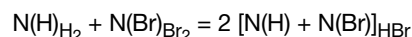
• **Au niveau microscopique**, un acte élémentaire impliquant un nombre d'entités inférieur ou égal à 3 s'écrit en utilisant une flèche :



Par contre, lorsqu'on suppose qu'une réaction est le résultat d'une succession d'actes élémentaires, il est proposé d'utiliser le signe égal pour indiquer que l'on donne le bilan d'une somme d'actes élémentaires :

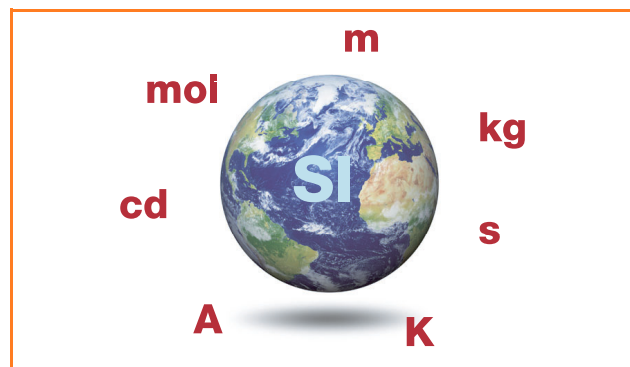


Cela signifie que les atomes d'hydrogène de la molécule de dihydrogène et les atomes de brome de la molécule de dibrome se retrouvent tous dans les molécules de bromure d'hydrogène formé : le nombre total d'atomes présents dans l'ensemble des réactifs est égal au nombre total d'atomes présents dans l'ensemble des produits formés :



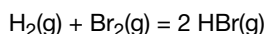
Les chimistes ont pris l'habitude de symboliser cette équation en écrivant simplement, comme nous l'avons fait ci-dessus, les symboles des réactifs et des produits, tout en conservant le signe égal. Cette équation mathématique ne peut être comprise que s'il est bien entendu que l'égalité concerne seulement des nombres d'atomes. On comprend que les mathématiciens critiquent vivement cette équation s'ils considèrent qu'elle signifie que deux composés chimiques s'additionnent pour donner des composés chimiques différents. C'est ce que penseront spontanément bien des élèves auxquels il est donc indispensable d'expliquer ce que signifie une équation de réaction.

• **Au niveau macroscopique**, on ne compte pas le nombre d'atomes ; on ne fait que mesurer les proportions de réactifs nécessaires pour fabriquer les produits. Il est proposé



Les sept unités de base du système international d'unités.

d'écrire encore l'équation de réaction symbolique avec le signe = pour indiquer la conservation de la matière ; de plus, on indique l'état physique dans lequel se trouve chaque constituant :



Les nombres qui figurent devant chaque symbole B sont appelés « nombres stœchiométriques », notés $\nu(\text{B})$, car ils indiquent les proportions suivant lesquelles les espèces chimiques réagissent pour donner les produits de réaction. Cette équation de réaction, appelée aussi « équation stœchiométrique », est écrite en faisant figurer les réactifs dans le membre de gauche de l'équation et les produits de réaction dans le membre de droite.

L'IUPAC propose d'utiliser aussi une flèche à la place du signe égal pour indiquer le sens dans lequel se produit la transformation, et la superposition de deux flèches opposées pour indiquer que la transformation peut se produire dans les deux sens. Enfin, si l'on souhaite mentionner que la transformation n'est pas complète et qu'il existe un équilibre entre les produits formés et les réactifs non transformés, on peut alors utiliser la superposition de deux demi-flèches.

Avancement de réaction et nombres stœchiométriques

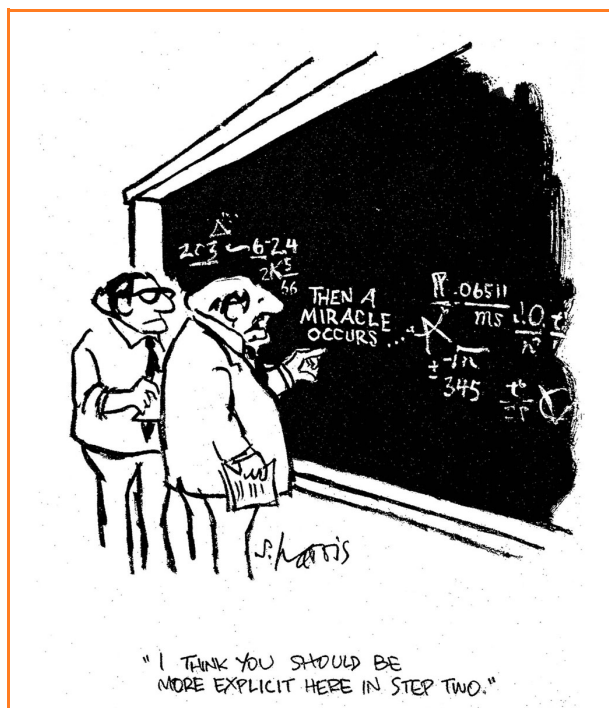
Lors de l'étude de la transformation chimique, il est proposé d'exprimer les quantités de tout réactif transformé ou produit formé au cours de la réaction en fonction d'une seule variable, l'« avancement de réaction », notée ξ , selon l'équation :

$$n(\text{B}) = n(\text{B}, 0) + \nu(\text{B}) \xi$$

où $n(\text{B}, 0)$ représente la quantité de l'espèce B présente dans le réacteur avant toute transformation et $n(\text{B})$, la quantité de l'espèce B présente dans le réacteur au cours de la transformation ; notons que l'avancement de la réaction, qui est homogène à une quantité de matière, s'exprime en mol. L'IUPAC propose de compter algébriquement les nombres stœchiométriques $\nu(\text{B})$ de chaque espèce B : positivement pour les produits formés et négativement pour les réactifs consommés. Ainsi, pour la formation du gaz ammoniac à partir de dihydrogène et de diazote, symbolisée par l'équation $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 = 2 \text{NH}_3$, les nombres stœchiométriques sont : $\nu(\text{N}_2) = -1$, $\nu(\text{H}_2) = -3$ et $\nu(\text{NH}_3) = +2$. Cette notation algébrique tient compte du sens dans lequel est étudiée la transformation considérée. Dans le cas où l'on s'intéresse à la décomposition du gaz ammoniac ($2 \text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3 \text{H}_2$), on aurait alors : $\nu(\text{NH}_3) = -2$, $\nu(\text{N}_2) = +1$ et $\nu(\text{H}_2) = +3$.

La valeur de l'avancement de réaction dépend des valeurs choisies pour les nombres stœchiométriques mais ne dépend pas de l'espèce choisie pour sa définition. Il ne doit pas être confondu avec le « degré d'avancement », ou « taux d'avancement », défini par le rapport de l'avancement à la valeur maximale atteinte, qui est donc une grandeur sans dimension, comprise entre 0 et 1. La confusion a pu être possible du fait que Théophile de Donder (1872-1957) a commencé par appeler « degré d'avancement » ce que l'on appelle aujourd'hui « avancement ».

La notation algébrique des nombres stœchiométriques, telle qu'elle est proposée par l'IUPAC, s'avère très commode dès lors que l'on est amené à considérer des réactions différentes, qui se produiraient simultanément dans le



réacteur, lorsqu'une même espèce est formée dans une étape et consommée dans une autre étape.

Systèmes thermodynamiques

Les recommandations de l'IUPAC sont particulièrement précieuses en thermodynamique, qui est une discipline difficile à comprendre et à enseigner. Nous voudrions donner ici quelques exemples pour en montrer l'intérêt.

L'IUPAC propose une manière simple de définir non seulement le système étudié (en nature et quantité), mais aussi son état physique avant transformation : les caractéristiques de cet état apparaissent comme des attributs du symbole du constituant considéré.

Ainsi on écrira : $n(\text{CO}_2, \text{g}, p^\circ = 100\,000 \text{ Pa}, T = 273,15 \text{ K})$. Dans cette expression, les conditions dans lesquelles se trouve le dioxyde de carbone sont précisées : état gazeux (g), valeurs de la température et de la pression (les grandeurs physiques n, p, T sont écrites en italique et les unités en lettres droites). Cette expression peut paraître lourde *a priori* mais elle évite toute hésitation au moment d'une application numérique.

En thermodynamique chimique, on examine les relations entre la matière et l'énergie. Ce constat rendrait facile l'abandon, pour cette discipline, du titre souvent mal compris (et peut-être rébarbatif) de « thermodynamique chimique » au profit d'un titre plus attractif tel que « rapports entre matière et énergie ».

Chaque espèce chimique possède une énergie qu'on ne connaît pas en valeur absolue mais dont on peut évaluer la variation entre deux états bien définis. C'est pourquoi on a l'habitude de définir un état de référence (appelé « état standard ») pour lequel on définira une origine des énergies.

L'état de référence (ou état standard) d'une espèce chimique, à la température T , est un état d'agrégation de cette espèce pure (choisi par convention internationale) sous une pression de référence également choisie par convention. On voit ici le rôle indispensable de l'IUPAC pour établir de telles conventions internationales. C'est ainsi que la pression de référence (notée p°) était jusqu'en 1982 de

« 1 atmosphère », c'est-à-dire de 101 325 Pa (c'est ce que les Français appellent « pression normale »), alors qu'elle est officiellement aujourd'hui de 100 000 Pa, c'est-à-dire de 1 bar. Étant donné l'ampleur des données publiées avant 1982 dans les tables de données thermodynamiques, le changement de pression de référence (ou standard), qui doit être très explicite, ne se fait que progressivement.

Expression du premier principe de la thermodynamique

Le calcul de la variation d'énergie, induite par des variations de température et de pression, est basé sur l'expression différentielle du principe de la conservation de l'énergie qu'il est recommandé d'écrire $dU = \delta Q + \delta W$ (pour un système fermé). L'utilisation de « d » et « δ » souligne la différence entre les grandeurs (ou fonctions) d'état telles que U et les grandeurs de transfert, correspondant à une énergie échangée, telles que le travail et la chaleur, W et Q , et dont la valeur dépend étroitement du chemin suivi par le système.

Pour calculer la variation d'énergie interne U , on compare habituellement l'état du système considéré à l'état du système pris sous la pression de référence mais à la même température.

En réalité, comme la majorité des transformations chimiques étudiées sont réalisées de façon isobare et monotherme, on s'intéresse plus particulièrement à la fonction enthalpie pour laquelle on fixe arbitrairement comme origine celle d'un corps simple pris dans un état choisi pour état de référence : cet état de référence (ou standard), noté à l'aide de l'exposant $^\circ$, accolé à la fonction d'état considérée, est caractérisé, à la température envisagée (qu'il convient de préciser). C'est ainsi que l'on peut trouver des tables des valeurs d'enthalpie de référence pour chaque espèce chimique pure, calculée pour la température de 298,15 K.

Pour toute transformation, la chaleur échangée de façon isochore et monotherme correspond à une variation d'énergie, appelée « *énergie de transformation* », tandis que la chaleur échangée de façon isobare et monotherme correspond à une variation d'enthalpie, appelée « *enthalpie de transformation* ». Ainsi pour toute réaction chimique, représentée par son équation de réaction : $0 = \sum_B \nu(B) B$ (où B désigne une espèce chimique participant à la réaction et $\nu(B)$ le nombre stœchiométrique correspondant qu'il convient de préciser), l'enthalpie de référence de réaction, notée $\Delta_r H^\circ$, peut être calculée à partir de la relation :

$$\Delta_r H^\circ = \sum_B \nu(B) H^\circ_{m(B)}$$

Dans cette équation, $H^\circ_{m(B)}$ représente l'enthalpie d'une mole de l'espèce B , prise dans son état de référence à la température considérée.

Une dernière précision est toutefois nécessaire pour permettre une application numérique. En effet, la valeur de l'enthalpie de référence de réaction calculée dépend de la quantité de matière transformée, c'est-à-dire de la valeur de l'avancement de réaction qui doit donc être précisée : l'IUPAC suit ici la coutume assez générale de prendre la valeur de l'enthalpie molaire de référence de réaction correspondant à un avancement d'une mole.

Particularités françaises

Avant de terminer ces réflexions sur l'intérêt des recommandations de l'IUPAC pour un bon enseignement de la chimie, il serait honnête de dire qu'un accord international

n'est pas toujours possible. C'est ainsi qu'il existe quelques particularités françaises qui insistent sur la nécessité d'utiliser des expressions définies aussi clairement que possible et ne sont cependant pas (encore ?) adoptées internationalement. On distingue :

- un élément chimique, caractérisé par son numéro atomique, du corps simple constitué uniquement d'atomes d'un seul élément ;
- l'atome d'oxygène, appelé « oxygène », de la molécule correspondante qui est appelée « dioxygène » ;
- nous préférons parler de masse volumique plutôt que de densité pour éviter toute hésitation entre densité absolue et densité relative.

Nous avons d'autres particularités qui ne sont justifiées que par notre passé scientifique et par l'habitude : c'est ainsi que nous parlons toujours d'énergie libre (ou d'enthalpie libre), alors que les pays anglo-saxons parlent des énergies d'Helmholtz ou de Gibbs.

En conclusion

Nous souhaitons insister sur l'intérêt pédagogique et scientifique de disposer d'un langage de référence reconnu internationalement qui permet tout naturellement d'assurer la continuité entre l'enseignement secondaire et l'enseignement supérieur. On peut aussi y voir l'intérêt d'un langage commun entre la chimie et la physique. Il nous semble que si nous réussissons à modifier nos habitudes pour adopter ce langage commun, aux différents niveaux d'apprentissage ou dans les différents enseignements utilisant les notions de chimie et de physique, nous ne pourrions qu'améliorer et faciliter l'enseignement des sciences physiques et chimiques. Cela nous paraît très important pour la chimie dont les applications sont omniprésentes dans le monde moderne et que les jeunes générations gagneraient à mieux comprendre. Pour être attractive, la chimie doit pouvoir être en partie accessible à des non-spécialistes ou à des spécialistes d'autres branches, et pour cela, un langage unifié et clair, tel que le propose l'IUPAC, est indispensable.

Note et référence

- [1] *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, 3rd Ed., IUPAC, 2007.
- [2] Commission chargée de la traduction française : R. Marquardt (président de la Commission des symboles et de terminologie des grandeurs et des unités physicochimiques de l'IUPAC), M. Mottet (traductologue), F. Rouquérol (présidente sortante de la division Enseignement-Formation de la Société Chimique de France), J. Toullec (président de la Commission de terminologie et de néologie de chimie et des matériaux du Ministère des Finances et de l'Industrie).



F. Rouquérol

Françoise Rouquérol
est professeur émérite à l'Université de Provence*.
Michel Vigneron
est inspecteur dans l'Académie de Versailles**.



M. Vigneron

* Université de Provence, Laboratoire Chimie Provence, Site MADIREL, Centre Saint-Jérôme, F-13397 Marseille Cedex 20.
Courriel : francoise.rouquerol@univ-provence.fr

** Rectorat de l'Académie de Versailles, 3 boulevard de Lesseps, F-78017 Versailles Cedex.
Courriel : michel.vigneron@ac-versailles.fr