

C1n – ÉQUILIBRER UNE ÉQUATION-BILAN

Auteur : Jean Winther

TI-Nspire™ – TI-Nspire™ CAS

Avertissement : ce document a été réalisé avec la version 1.6**Mots-clés** : équation-bilan, coefficient stœchiométrique.**Fichier associé** : C1nElev_EquilibEquat.tns

1. Objectifs

En chimie, quelle que soit la méthode retenue pour résoudre un exercice, il y a souvent nécessité « d'équilibrer » une équation. Dans un grand nombre de cas, la détermination des coefficients se fait sans difficulté. Mais, à mesure que l'élève puis l'étudiant progresse dans les études scientifiques, il rencontre des équations plus complexes à « équilibrer ». À partir du moment où l'élève a compris que les coefficients ne sont que l'expression de la loi de conservation de la matière, la recherche de ces coefficients est une activité qui n'apporte rien de plus aux connaissances chimiques des phénomènes. C'est la raison pour laquelle nous proposons dans cette activité, une méthode permettant d'ajuster les coefficients d'une équation avec TI-Nspire.

2. Commentaires

Lavoisier a admis le principe de conservation de la masse dans une réaction chimique *“Rien ne se crée, ni dans les opérations de l'art, ni dans celles de la nature, et l'on peut poser en principe que dans toute opération, il y a une égale quantité de matière avant et après l'opération”*. En langage plus moderne, depuis que l'hypothèse d'une structure atomique de la matière s'est imposée, on dirait que **les atomes de chaque sorte qui constituent les corps se conservent au cours d'une réaction chimique, par contre les atomes sont liés différemment entre eux.**

On cherche dans quelles proportions les molécules ou les ions des composés doivent réagir et apparaître pour que le principe de conservation soit vérifié.

Pour ajuster une équation, des nombres sont placés devant la formule chimique des corps. Ils représentent le nombre de molécules (ou d'ions) pris en compte. Ces nombres sont appelés **coefficients stœchiométriques**. Les coefficients sont les proportions dans lesquelles les réactifs réagissent et les produits apparaissent. Mathématiquement, toutes les valeurs (excepté 0) qui vérifient ces proportions sont valables. Ces valeurs peuvent être positives, négatives, décimales ou fractionnaires.

Pour que **tous** les utilisateurs d'une équation trouvent les **mêmes** coefficients stœchiométriques, nous nous imposons une règle : **seuls les coefficients entiers et les positifs les plus petits sont retenus.**

3. Conduite de l'activité

Soit l'équation-bilan de la combustion du butane à pondérer :



Les coefficients de l'équation ci-dessus ne sont pas ajustés.

On représente les coefficients par des lettres qui représentent des inconnues



Dans l'exemple proposé nous avons quatre inconnues.

Effectuons le bilan de chaque espèce d'atomes pour chacun des membres de l'équation :

Carbone (C): $4 a = c$

Hydrogène (H): $10 a = 2 d$

Oxygène (O): $2 b = 2 c + d$

On obtient ainsi 3 équations (cf. ci-contre).

Mais, nous avons 4 inconnues !

Effectuons le bilan de chaque espèce d'atomes dans chaque membre de l'équation :

Carbone : $4 a = c$

Hydrogène: $10 a = 2 d$

Oxygène : $2 b = 2 c + d$

On obtient 3 équations :

$4a - c = 0$
 $10a - 2d = 0$
 $2b - 2c - d = 0$

En utilisant les propriétés des matrices, le système d'équations peut s'écrire sous la forme :

$$\begin{pmatrix} 4 & 0 & -1 \\ 10 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix} d$$

$$[A] [B] = [C] d$$

Il faut donc déterminer [B].

$$[B] = [A]^{-1} [C] d$$

Ce système comporte une indétermination d'ordre 1, c'est-à-dire que trois des inconnues peuvent s'exprimer en fonction de la quatrième.
 Dans ce cas, on peut choisir :

$$d = \det([A]) \text{ (déterminant de [A])}$$

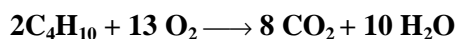
Ce qui permet d'écrire :

$$[B] = [A]^{-1} [C] \det([A])$$

$d := \det(a)$	$ -20$
$b := a^{-1} \cdot c \cdot d$	$\begin{bmatrix} -4 \\ -26 \\ -16 \end{bmatrix}$
© { d déterminant de la matrice [A] calcul de la matrice [B]	
<i>Terminé</i>	
© { la valeur d correspond au coefficient d	
5/5	

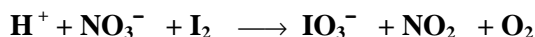
Les coefficients a, b, c obtenus, ainsi que le coefficient d peuvent être simplifiés par -2.

On obtient alors, l'équation suivante :



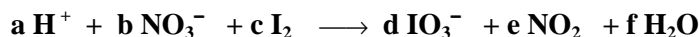
Cas particuliers : équilibrer des équations contenant des ions

Soit l'équation chimique suivante :



C'est le même principe que précédemment mais il faut tenir compte des charges.

Dans ce cas, il faut tenir compte de *la somme des charges qui doit être la même dans les 2 membres de l'équation*.



Hydrogène (H) : $a = 2f$

Azote (N) : $b = e$

Oxygène (O) : $3b = 3d + 2e + f$

Iode (I) : $2c = d$

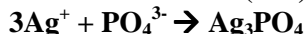
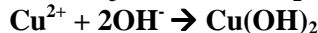
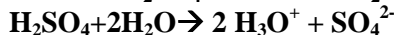
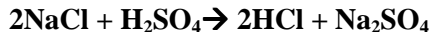
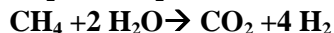
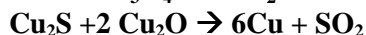
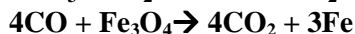
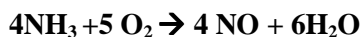
charges : $a - b = -d$ ou $(b - a = d)$

Nous obtenons alors 5 équations mais avec 6 inconnues. Le traitement de ce système en utilisant les propriétés des matrices s'effectue de la même manière que le premier exemple.

Corrections d'activités élèves

A l'aide de cette méthode, les élèves peuvent équilibrer les différentes équations chimiques en utilisant directement le fichier tns correspondant : C1nElev_EquilibEquat.tns.

Voici les équations pondérées :



Activités supplémentaires

Voici d'autres exemples d'équations chimiques pondérées à étudier à l'aide de TI-Nspire :

