

# La quantité de matière

## I Un peu d'histoire

### a) Qui est Avogadro ?

Amedeo Avogadro est un chimiste italien né le 9 Aout 1776 à Turin. Il exerce d'abord le métier d'avocat avant de se tourner vers les sciences. Il devient scientifique, il s'intéresse à la physique, notamment le domaine de l'électricité, mais aussi à la chimie.

### b) Quelle est la contribution d'Avogadro à la science ?

Outre ses travaux sur l'électricité, Avogadro travaille avec le chimiste Français Gay-Lussac sur les gaz. Ce sont tous deux des chimistes qui croit à la théorie atomistique au contraire d'autres comme Dalton. Le Français Gay-Lussac sur la synthèse de l'eau montre qu'il faut deux volumes de dihydrogène ( $H_2$ ) et un volume de dioxygène ( $O_2$ ) pour former un volume d'eau gaz ( $H_2O$ ).

Avogadro postule alors : « Le nombre de molécules intégrantes (i.e ce que l'on appelle simplement les molécules aujourd'hui) dans les gaz quelconques est toujours le même à volume égal, ou est toujours proportionnel aux volumes. »

Bien que rejetée au début, c'est cette loi qui lui vaut la célébrité.

.....  
.....

### c) Quelle est l'idée sous-jacente ?

L'idée sous-jacente est qu'on ne peut pas compter les molécules une à une, par contre je peux rassembler un grand nombre de molécules en un paquet appelé « mole ». Je peux ainsi étudier le comportement de ce paquet.

C'est la constante d'Avogadro qui permet de faire le lien entre le niveau ..... (échelle d'une molécule) et le niveau ..... (notre échelle).

Le chimiste Français Jean Perrin a déterminé cette valeur et l'a nommé **constante d'Avogadro**.

## II Masse d'une entité chimique et masse d'une espèce chimique

### a) Masse d'entités chimiques

On a vu que la masse d'un atome ou de l'ion monoatomique correspondant est pratiquement égal à celle de leur noyau c'est-à-dire à la masse de l'ensemble des nucléons.

$$m_{\text{atome}} = m_{\text{ion}} = A \times m_{\text{nucléon}}$$

La masse d'une molécule est égale à la somme des masses des atomes qui la constituent.

$$m_{\text{molécule}} = \sum m_{\text{atomes constitutifs}}$$

Exemple :  $m(H_2O) = 2 \times m_H + m_O$

### b) Nombre d'entités chimiques

Une espèce chimique est formée d'un nombre considérable d'entités chimiques identiques. Connaissant la masse  $m_{\text{échantillon}}$  d'un échantillon d'une espèce et celle  $m_{\text{entité}}$  de l'entité, on détermine par proportionnalité le nombre  $N$  d'entités

$$N = \frac{m_{\text{échantillon}}}{m_{\text{entités}}}$$


Application : soit un échantillon d'oxygène de masse  $m_{\text{échantillon}} = 10 \text{ g}$ . La masse d'un atome d'oxygène est de  $m_{\text{atome}} = 27.10^{-27} \text{ g}$ . Combien d'atome d'oxygène contient cet échantillon ?

.....

.....

### III De l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique

#### a) La mole

Plus un objet est petit plus c'est difficile de le compter. Ce n'est déjà pas facile avec des grains de riz, alors imaginez la patience qu'il faudrait pour compter des grains de sel et plus petit encore !

Donc plutôt que de compter les molécules une à une, il est plus simple de les rassembler par paquet. Ce paquet doit être en relation avec les coefficient que l'on utilise lorsque nous ajustons les équations de réactions chimiques. C'est l'idée qu'ont eu les chimistes et c'est ce paquet qu'on appelle une **mole**.

#### b) Définition de la mole

En physique et en chimie, le **nombre d'Avogadro** (ou **constante d'Avogadro**) est le nombre d'entités (atomes, molécules, ions ou particules en général) qui se trouvent dans une mole de matière. Il est noté  $N_A$ .

À partir du 20 mai 2019, le nombre d'Avogadro devient une constante fixée par convention, qui définit la mole :  $N_A = 6,022\ 140\ 76 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , exactement.

A quoi correspond ce nombre ?

Pour vous donner un ordre d'idée, la constante d'Avogadro vaut environ 600 000 milliards de milliards d'entités. Pour donner un ordre de grandeur, une mole de secondes représenterait un peu plus de 4 millions de fois l'estimation de l'âge de la Terre :  $\sim 19 \times 10^{15}$  ans.

Une mole de grains de maïs éclaté permettrait de recouvrir la surface des États-Unis d'une couche uniforme d'une épaisseur d'environ 14 km.

Toujours pour un ordre de grandeur, une mole de grains de sable de 0,1 mm (sable très fin) est contenue dans un volume de  $10 \text{ km}^3$ , soit celui d'un cube de 2,15 km de côté.

#### c) Quantité de matière et nombre d'entité

Comme nous l'avons vu dans l'activité, je peux compter certains objets par paquet, comme des paires de chaussure ou des rames de feuille de papier. Les chimistes se sont inspirés de ce modèle.

**La quantité de matière représente le nombre de moles dans un échantillon.**

La quantité de matières  $n$  d'un échantillon et le nombre  $N$  d'entités chimiques sont liés par la relation de proportionnalité :

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \times n \quad \text{soit} \quad \boxed{n = \frac{N}{N_A}} \quad n \text{ en (mol)} ; N \text{ sans unité} ; N_A \text{ en (mol}^{-1}\text{)}$$

#### Applications :


Antoine s'est écrié après avoir bu un verre d'eau : « J'ai bu  $6,69 \times 10^{24}$  molécules d'eau !! »

Calculer en mol la quantité de matière d'eau contenue dans le verre d'eau.

.....

.....