

# Chapitre 8 : Quantité de matière, où l'art du comptage en chimie

## Introduction

Une goutte d'eau occupe, en moyenne, un volume de 0.05 mL. Dans cette petite goutte, il y a 1 680 000 000 000 000 000 000 000 molécules d'eau ! C'est un nombre gigantesque.



Il n'est donc **pas pratique** de manipuler des nombres aussi importants. Les chimistes ont donc eu l'idée suivante : créer des « **paquets de molécules** » qui contiennent tous exactement le même nombre de molécule. Cela permet de faire facilement des comparaisons de nombres acceptables. On ne compte plus que ces paquets qui sont appelés « moles ».

## I) Masse et nombre d'entités chimiques

### a) Masse d'une molécule (ou d'un ion polyatomique)

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

Atome	C	H	O	Na	Cu	S	Cl	Fe	N
Masse (g)	$1,99 \times 10^{-23}$	$1,66 \times 10^{-24}$	$2,66 \times 10^{-23}$	$3,82 \times 10^{-23}$	$1,05 \times 10^{-22}$	$5,33 \times 10^{-23}$	$5,90 \times 10^{-23}$	$9,27 \times 10^{-23}$	$2,33 \times 10^{-23}$

### Exemple

Calculons la masse d'une seule molécule d'eau :

$$m(H_2O) = 2 \times m(H) + m(O)$$

$$m(H_2O) = 2 \times 1,66 \cdot 10^{-24} + 2,66 \cdot 10^{-23}$$

$$m(H_2O) = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

Calculer la masse de l'ion ammonium  $NH_4^+$

### b) Nombre d'entité et masses

Le nombre N d'entités chimiques dans un échantillon est donné par :

$$N = \frac{m_{\text{échantillon}}}{m_{\text{entité}}} = \frac{m_{\text{totale}}}{m_{\text{1entité}}}$$

Exemple : Calculer le nombre de molécules d'eau dans un litre d'eau.

## II) La mole, unité de quantité de matière

Définition officielle de la mole du 20 mai 2019 :

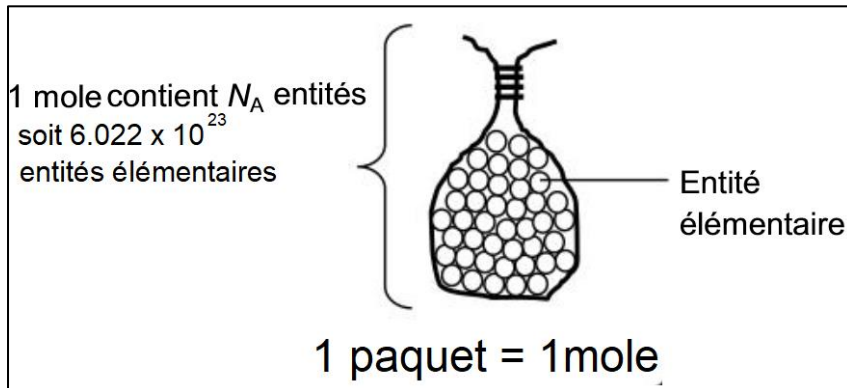
La quantité de matière (ou nombre de moles), symbole  $n$ , d'un système représente un nombre d'entités élémentaires spécifiées. Une entité élémentaire peut être un atome, une molécule, un ion, un électron, ou toute autre particule ou groupement spécifié de particules ;

Sa valeur est définie en fixant la valeur numérique du **nombre d'Avogadro** à exactement  $N_A = 6,022\,140\,76 \times 10^{23} = 6,022 \times 10^{23}$  quand elle est exprimée en  $\text{mol}^{-1}$

Une mole est donc un paquet de matière qui contient exactement  $N_A$  « trucs ».

### Exemple :

- Dans une mole de cuivre, il y a  $6,022 \times 10^{23}$  atomes de cuivre.
- Dans une mole d'eau il y a  $6,022 \times 10^{23}$  molécules d'eau.
- Dans une mole d'ions  $\text{Cu}^{2+}$ , il y a  $6,022 \times 10^{23}$  ions  $\text{Cu}^{2+}$ .



Le nombre d'entités élémentaires notés  $N$  contenu dans un échantillon de matière est donc proportionnel à la quantité de matière.

$$N = n \times N_A$$

Diagram labels for the equation:

- Number of packets ( $n$ )
- Number of entities ( $N$ )
- Number of entities in a packet ( $N_A$ )

Exemples :

- Dans 8 mol d'eau, il y a  $N = 8 \times N_A = 8 \times 6,022 \times 10^{23} = 4,82 \times 10^{24}$  molécules d'eau

Autrement dit, dans 8 paquets d'eau qui contiennent chacun  $N_A = 6,022 \times 10^{23}$  molécules d'eau, il y a au total  $N = 4,82 \times 10^{24}$  molécules d'eau.

### Exercices :

Calculer le nombre d'atomes de fer dans 17 mol de fer.

Calculer la quantité de matière (nombre de moles) de sucre dans  $23 \times 10^{27}$  molécules de sucre.

### III) Déterminer une quantité de matière

La quantité de matière  $n$  d'un échantillon est liée à la masse de l'échantillon par la relation :

$$m_{\text{échantillon}} = N \times m_{\text{entité}}$$

$$m_{\text{échantillon}} = n \times N_A \times m_{\text{entité}}$$

soit

$$n = \frac{m_{\text{échantillon}}}{N_A \times m_{\text{entité}}}$$

**Exemple :** Calculer la quantité de matière  $n$  contenu dans un litre d'eau.

#### Application : le sucre

La masse  $m$  d'un morceau de sucre est estimée en moyenne à 6,0 g. Le sucre est constitué de molécules de saccharose de formule  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

1. Calculer la masse d'une molécule de saccharose à l'aide du tableau p. 1
2. Exprimer puis calculer le nombre de molécules de saccharose contenues dans un morceau de sucre.
3. En déduire la quantité de matière de saccharose contenue dans un morceau de sucre.