

Vous avez dit CHIMIE ?

De la cuisine au salon,
des molécules plein la maison

Yann VERCHIER

Nicolas GERBER

Nouvelle édition

DUNOD

Matériel protégé par le droit d'auteur



Cet ouvrage a été publié à l'occasion de l'exposition itinérante
« Vous avez dit chimie ? » conçue et produite par Universcience.

Les auteurs tiennent à remercier les médiateurs du
département de chimie du Palais de la découverte pour leur
aide tout au long de ce projet.

Illustrations de couverture et de l'intérieur : Rachid Marai

**Toutes les expériences proposées dans cet ouvrage
doivent être réalisées en présence d'un adulte.**

© Dunod, 2011, 2014
5 rue Laromiguière, 75005 Paris
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-071420-9

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Matériel protégé par le droit d'auteur

Sommaire



1. Briques, vous avez dit briques ?	1
Voyage au cœur de la matière	2
La maison chimie	5
À l'intérieur de l'atome	11
Les choses se compliquent...	14
2. La chimie fait salon	21
Un bon feu de bois	21
Les piles	27
Du surligneur à l'écran plasma	33
Les polymères au quotidien	44
3. Des molécules en cuisine	51
Thé ou café ?	51
Levure de boulanger versus levure chimique...	57
Soufflé n'est pas joué !	62
Une bonne mayonnaise	67
Du sel dans la cuisine	72
Des bonbons qui pétillent	75

4. La chimie dans la salle de bain	79
Le savon, un produit millénaire	79
Cosmétiques : la crème de la chimie !	86
Laver plus blanc que blanc...	93
L'aspirine ou la petite histoire d'un grand médicament	100
5. La chimie au pied du lit	115
Sentira ou sentira pas ?	115
Cristaux liquides	122
6. Un jardin bien chimique	135
De la chimie pour la biologie...	135
Des engrais pour les plantes...	140
Fabriquer son électricité !	145
L'eau : l'or bleu	155
Pour aller plus loin...	165
Index	167

1

Briques, vous avez dit briques ?

Lorsqu'on se lance dans la construction d'une maison, il est nécessaire de réfléchir aux matériaux que l'on va utiliser. Des briques ou des parpaings pour les murs, des tuiles ou des ardoises pour le toit, des poutres pour soutenir les étages et du plâtre pour les cloisons. Chaque matériau possède des propriétés particulières qui vont contribuer à rendre le bâtiment résistant à de lourdes charges, à l'humidité, au feu et... à tant d'autres choses !

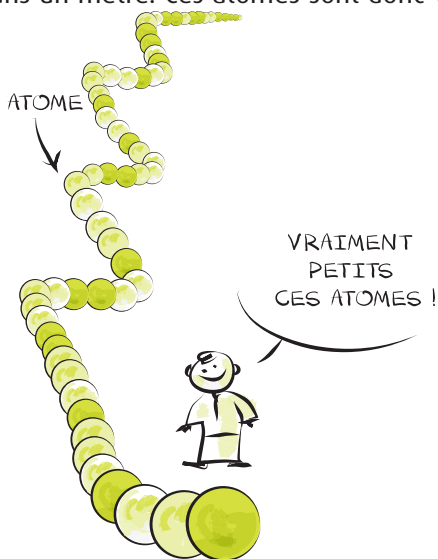


Vous avez dit chimie ?

Voyage au cœur de la matière

La différence essentielle entre ces matériaux réside dans leur composition chimique. Pour comprendre ces différences, imaginons-nous en train de rapetisser, encore et encore, jusqu'à pouvoir nous immerger au sein de la matière. Que verrions-nous alors ? Nous serions entourés d'un nombre gigantesque de petites billes toutes proches les unes des autres. Ces billes, appelées atomes, sont une des briques qui permettent de construire la « maison » chimie. Ainsi, un clou en fer ne contient quasiment que des atomes de fer. De même, une gouttière en zinc est composée d'un nombre astronomique d'atomes de zinc. Cela reste donc très simple.

Ces atomes, ou ces toutes petites « billes », mesurent de l'ordre du dixième de nanomètre, ce qui revient à diviser un mètre par dix milliards ! Autrement dit, on peut aligner dix milliards d'atomes dans un mètre. Ces atomes sont donc vraiment petits...



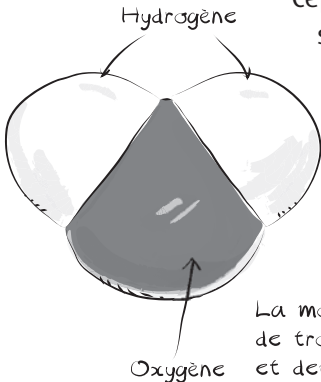
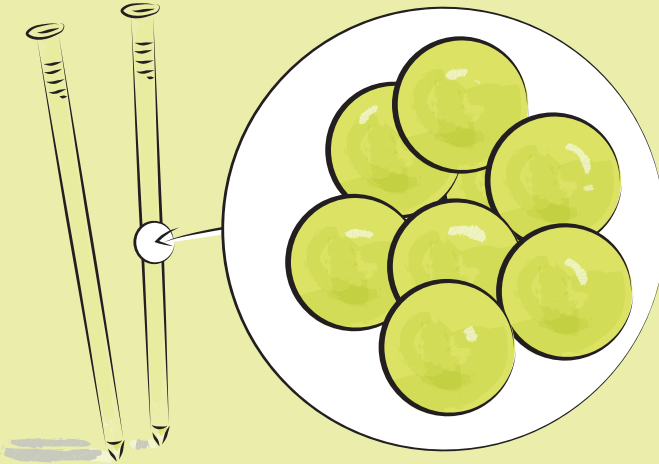
Si nous pouvions nous immerger au sein de la matière, nous serions entourés par des sortes de petites billes : les atomes

Mémo Science



Combien d'atomes de fer dans un clou ?

Un grand nombre, sans aucun doute, oui mais combien ?
Considérons un petit clou qui pèserait 4 grammes. La masse d'un atome de fer est d'environ $9,3 \times 10^{-23}$ g, soit 0,0000000000000000000093 g ! Faites vous-même le calcul : le nombre d'atomes contenus dans ce clou en fer est égal à 425×10^{20} (425 suivi de 20 « zéros »), c'est-à-dire 42 500 milliards de milliards d'atomes !



Cependant, la situation n'est pas toujours aussi simple que ça. Toute la matière qui nous entoure (les briques, les arbres, le corps humain, les biberons en plastique ou en verre, etc.) n'est généralement pas constituée d'un seul type d'atomes, mais de plusieurs types d'atomes « liés » entre eux.

La molécule d'eau est un assemblage de trois atomes : un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène

Vous avez dit chimie ?

On appelle alors cette association une molécule. Par exemple, mettre en commun un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène donne une molécule d'eau !

Mémo Science



Se noyer dans un verre de molécules

Combien de molécules d'eau trouve-t-on dans un verre d'eau de 20 centilitres ? Une énorme quantité. En faisant un rapide calcul, un scientifique démontrerait que l'on trouve 66×10^{23} molécules d'eau dans un verre d'eau, soit le chiffre 66 suivi de 23 « zéros » ! En d'autres termes, même une toute petite goutte d'eau contient en moyenne 1 700 milliards de milliards de molécules. Alors imaginez dans un verre d'eau !

La matière qui nous entoure est entièrement constituée à partir des 92 atomes naturels (dont 2 présents sur Terre à l'état de traces infinitésimales). Ainsi, toutes les molécules sont des assemblages de ces atomes, ce qui revient à jouer avec des Lego® miniatures, et à assembler ces mini-briques entre elles. Vous voulez obtenir de l'alcool ? Rien de plus simple ! Il suffit d'associer des atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène.



Mais restons raisonnables, la nature ne permet pas de fabriquer n'importe quel édifice. Tous les assemblages d'atomes ne peuvent pas exister, de la même façon qu'un maçon ne pourra pas construire une maison n'importe comment, sinon tout s'écroulerait. Le chimiste, quant à lui, se heurte à une difficulté supplémen-

taire : il ne peut pas manipuler les atomes un par un comme des briques...

La maison chimie : la fabriquer, l'utiliser ou l'étudier

Ne perdons pas de vue que faire de la chimie, c'est pour un grand nombre d'entre nous se vêtir d'une blouse, avoir sur la tête une masse de cheveux blancs hirsutes et mélanger des potions plus colorées les unes que les autres, fumantes le plus souvent et sûrement explosives...



Transformer la matière

En réalité, la chimie présente plusieurs visages et se dissimule tout autour de nous, sans que l'on s'en rende vraiment compte. On la trouve dans toutes les pièces de la maison, de la cuisine à la salle de bain en passant par le salon. Notre quotidien est donc « chimique ». Mais, attention, une substance chimique n'est pas forcément dangereuse. Si l'industrie chimique a beaucoup fait parler d'elle lors de catastrophes comme celles de Seveso (Italie) en 1976 ou Bhopal (Inde) en 1984, la chimie a également permis un grand nombre de découvertes et de progrès dont

Vous avez dit chimie ?

bénéficient, la médecine, l'industrie cosmétique, la production d'énergie, l'agroalimentaire entre autres.

Mais revenons à nos moutons (chimiques eux aussi car constitués d'atomes !). Faire de la chimie consiste à étudier et à transformer la matière. En d'autres termes, un avion réalisé en briques Lego® par un enfant peut être transformé en bateau, tout en utilisant les mêmes pièces, et même en conservant certaines parties intactes. De même, réaliser des transformations chimiques revient à transformer la matière, en ajoutant ou en enlevant des atomes à certaines molécules et en respectant certaines règles.

Cette opération que l'on peut appeler « transformation chimique » a lieu de façon naturelle et spontanée dans tout ce qui est vivant. La digestion, la respiration, les larmes, les réflexes chez les animaux, ou encore la photosynthèse chez les végétaux reposent sur un ensemble de transformations chimiques. Il se déroule donc en permanence dans notre corps, à notre insu, une foultitude de transformations chimiques. Nous sommes donc aussi des êtres en partie chimiques et la vie est avant tout un ensemble de processus chimiques très bien organisés par la nature.

Un autre objectif de la chimie consiste à copier la nature qui fait pourtant si bien les choses. Mais peut-être trop lentement à notre goût, ou en trop faible quantité, ou encore de façon trop coûteuse. Ainsi, le chimiste tentera de comprendre comment fait Dame Nature, pour ensuite le reproduire dans son laboratoire. Par exemple, des parfums sont réalisés à partir d'essences de fleurs, fleurs qu'il faut cueillir, faire sécher, conditionner avec soin pour en extraire l'huile parfumée ; alors qu'en laboratoire, le chimiste est en mesure de fabriquer les principales molécules odorantes responsables du parfum de la fleur par une suite de transformations chimiques.



Enfin, la chimie peut aussi servir à créer des choses qui n'existent pas à l'état naturel. Le chimiste transforme alors la matière pour obtenir de nouvelles molécules et de nouveaux assemblages aux propriétés étonnantes (fibres de manteaux qui arrêtent la pluie mais qui laissent passer la transpiration, revêtements antiadhésifs des poêles) ou bien afin de produire des composés chimiques couramment utilisés dans notre vie de tous les jours (carburants, médicaments...).



Toute la matière qui nous entoure est constituée de briques élémentaires que sont les atomes. Cependant, il n'existe pas un nombre infini d'atomes. À ce jour, 118 éléments chimiques sont connus, dont 92 naturels et 26 artificiels, et répertoriés dans une classification dite « périodique » (voir p. 10). Ces éléments (fer, carbone, hydrogène, azote, uranium...) combinés entre eux ou employés sous une forme dérivée permettent de décrire d'un point de vue chimique notre environnement. Et, bien sûr, de comprendre et d'expliquer ce qui se passe lorsque la matière se transforme ou est transformée lors de réactions chimiques.

Une écriture pleine de symboles

Afin de simplifier la description chimique de la matière, le chimiste utilise les symboles de ces différents éléments. Par exemple, le carbone est noté « C », l'oxygène est noté « O » et ainsi de suite. La logique semble simple, avec quelques exceptions comme l'azote noté « N ». D'où vient cette « anomalie », cette différence ? Le symbole chimique des différents éléments est très souvent lié à leur histoire ou à leur découverte. En effet, le symbole « N » de l'azote vient du latin *nitrogenium*, qui provient lui-même du grec *nitron gennan* et qui signifie « forma-

Vous avez dit chimie ?

teur de salpêtre ». À l'époque médiévale, le salpêtre était utilisé pour favoriser et entretenir des combustions très violentes nommées « feux grégeois », ancêtres du napalm.

Quant au sodium, de symbole chimique « Na », il faut également faire appel au latin *natrium* qui désigne un corps métallique entrant dans la composition de plusieurs composés tel la soude. Autre exemple où le nom lui-même du composé est parfois lié à des anecdotes (plus ou moins vérifiées) : l'antimoine. Il a longtemps été dit que ce composé, qui est un poison, aurait été fatal à un grand nombre d'alchimistes à l'époque médiévale. Et en ce temps, les alchimistes étaient généralement des moines donc antimoinnes ! Cependant, l'Histoire des sciences a entre temps démontré que cette anecdote est totalement fausse...



Mais revenons à nos briques élémentaires que nous pouvons appeler par leurs surnoms : les symboles chimiques. L'oxygène que nous respirons est en fait du dioxygène et sa formule chimique est O_2 . Le chiffre indiqué en indice à droite du symbole chimique renseigne sur le nombre d'atomes qui composent la molécule. Le dioxyde de carbone que rejettent les voitures (et que nous émettons nous aussi lorsque nous respirons) est

de formule chimique CO_2 . Il est donc composé de deux atomes d'oxygène et d'un atome de carbone. Un peu plus compliqué mais ô combien utile : l'aspirine qui est une molécule de formule $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ (voir p. 100). Ce médicament contre les maux de tête est composé d'atomes de carbone (9), d'hydrogène (8) et d'oxygène (4).

Des atomes bien rangés

La classification périodique est due à un chimiste russe, Dimitri Mendeleïev, qui entreprit en 1869 de classer tous les éléments connus à l'époque. Ces éléments furent tout d'abord classés en fonction de leurs masses respectives et Mendeleïev obtint une suite de noms d'atomes, rangés du plus léger au plus lourd. Tout en conservant ce classement par masse croissante, il décida de placer, les uns sous les autres, les atomes ayant des propriétés chimiques semblables. Le tableau ainsi obtenu comportait des cases vides, des « trous », qui correspondaient à l'emplacement d'atomes qui n'avaient pas encore été découverts... Ces trous ont effectivement été comblés plus tard avec la découverte de nouveaux éléments. En 1955, ultime consécration pour ce chimiste de l'université de Saint-Petersbourg, l'élément 101, hautement radioactif, fut baptisé Mendélévium en l'honneur du père de la classification périodique des éléments.

Aujourd'hui on ne parle plus de classement par masse croissante mais de classement par numéro atomique. Le numéro atomique indique le nombre de charges positives contenues dans le noyau de l'atome, c'est-à-dire le nombre de protons. Ainsi, dans la classification actuelle, les atomes sont rangés en ligne (ou période) par numéros atomiques croissants, les atomes disposés dans une même colonne ayant des propriétés chimiques semblables. Mais qui dit charges positives dans les atomes, dit voyage au cœur de ces briques élémentaires...



1	2			13	14	15	16	17	18
1	2			13	14	15	16	17	18
← Numéros atomiques	← Numéros atomiques			← Numéros atomiques	← Numéros atomiques	← Numéros atomiques	← Numéros atomiques	← Numéros atomiques	← Numéros atomiques
← Symboles chimiques	← Symboles chimiques			← Symboles chimiques	← Symboles chimiques	← Symboles chimiques	← Symboles chimiques	← Symboles chimiques	← Symboles chimiques
← Noms des éléments	← Noms des éléments			← Noms des éléments	← Noms des éléments	← Noms des éléments	← Noms des éléments	← Noms des éléments	← Noms des éléments
1	2			5	6	7	8	9	10
H	He			B	C	N	O	F	Ne
hydrogène	hélium			beryllium	carbone	azote	oxygène	fluor	néon
3	4			13	14	15	16	17	18
Li	Be			Al	Si	P	S	Cl	Ar
lithium	beryllium			aluminium	silicium	phosphore	soufre	chlore	argon
11	12			31	32	33	34	35	36
Na	Mg			Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
sodium	magnésium			gallium	germanium	arsenic	sélénium	brome	krypton
19	20			49	50	51	52	53	54
K	Ca			In	Sn	Sb	Te	I	Xe
potassium	calcium			indium	étain	antimoine	tellure	iode	xénon
37	38			81	82	83	84	85	86
Rb	Sr			Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
rubidium	strontium			thallium	plomb	bismuth	polonium	astate	radon
55	56			113	114	115	116	117	118
Cs	Ba			Lut	Ff	Lup	Lv	Lus	Uuo
césium	barium			ununtrium	flérovium	unpentium	livermorium	unseptium	unoctium
87	88			112	113	114	115	116	117
Fr	Ra			Cn	Fl	Lup	Lv	Lus	Uuo
francium	radium			copernicium	flérovium	unpentium	livermorium	unseptium	unoctium
89-103	actinides **			111	112	113	114	115	116
				Rg	Cn	Lut	Ff	Lup	Uuo
				roentgenium	copernicium	ununtrium	flérovium	unpentium	unoctium
				110	111	112	113	114	115
				Ds	Rg	Cn	Lut	Ff	Lup
				darmstadtium	roentgenium	copernicium	ununtrium	flérovium	unpentium
				109	110	111	112	113	114
				Mt	Ds	Rg	Cn	Lut	Ff
				meitnerium	darmstadtium	roentgenium	copernicium	ununtrium	flérovium
				108	109	110	111	112	113
				Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Lut
				hassium	meitnerium	darmstadtium	roentgenium	copernicium	ununtrium
				107	108	109	110	111	112
				Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn
				bohrium	hassium	meitnerium	darmstadtium	roentgenium	copernicium
				106	107	108	109	110	111
				Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg
				seaborgium	bohrium	hassium	meitnerium	darmstadtium	roentgenium
				105	106	107	108	109	110
				Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds
				dubnium	seaborgium	bohrium	hassium	meitnerium	darmstadtium
				104	105	106	107	108	109
				Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt
				rutherfordium	dubnium	seaborgium	bohrium	hassium	meitnerium
				72	73	74	75	76	77
				Hf	Ta	W	Re	Os	Ir
				hafnium	tantalum	tungstène	rénium	osmium	iridium
				40	41	42	43	44	45
				Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh
				zirconium	niobium	molybdène	technétium	ruthénium	rhodium
				22	23	24	25	26	27
				Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
				titane	vanadium	chrome	manganèse	fer	cobalt
				21	22	23	24	25	26
				Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
				scandium	titane	vanadium	chrome	manganèse	fer
				39	40	41	42	43	44
				Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru
				yttrium	zirconium	niobium	molybdène	technétium	ruthénium
				57-71	72	73	74	75	76
				lanthanides *	Hf	Ta	W	Re	Os
					hafnium	tantalum	tungstène	rénium	osmium



La classification périodique des éléments