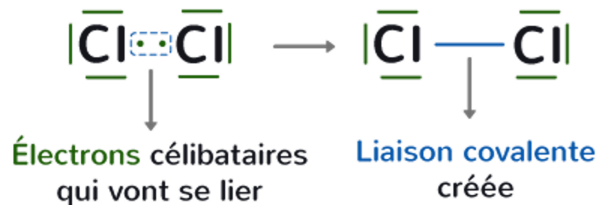


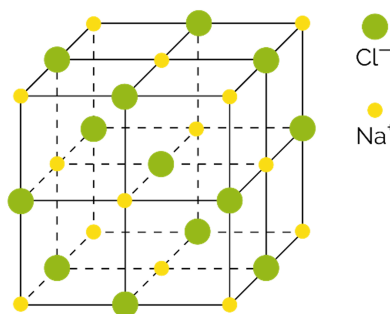
S11 – Comprendre "ce qu'on mesure" en contrôle qualité

0 Entités chimiques : repères indispensables

- **Atome** : entité neutre (ex : Na, Cl)
- **Ion** : entité chargée (gain/perte d'électrons)
 - **cation** : charge + (ex : Na^+)
 - **anion** : charge - (ex : Cl^-)
- **Molécule** : entité neutre formée d'atomes liés (ex : H_2O , CO_2 , Cl_2)
- **Composé ionique** : association d'ions globalement neutre (ex : NaCl)



Cl_2 et CO_2 : molécules



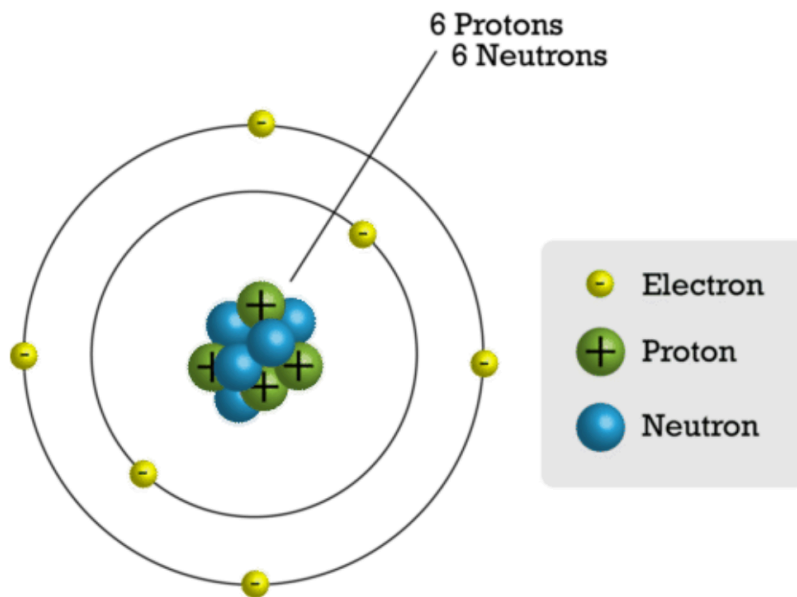
NaCl : composé ionique (association d'ions)

1 Structure de l'atome

Composition de l'atome

L'**atome** est le constituant élémentaire de la matière. Il est constitué de :

Particule	Symbole	Charge	Masse	Localisation
Proton	p^+	Positive (+)	$\approx 1 \text{ u}$	Noyau
Neutron	n	Nulle (0)	$\approx 1 \text{ u}$	Noyau
Électron	e^-	Négative (-)	≈ 0	Autour du noyau



Structure de l'atome de carbone

Neutralité électrique de l'atome

Atome neutre : nombre de protons = nombre d'électrons

Exemple : L'atome de carbone C possède 6 protons et 6 électrons \rightarrow charge totale = 0

2 Tableau périodique et numéro atomique Z

Définition

Le **numéro atomique Z** est le nombre de protons contenus dans le noyau d'un atome.

$$Z = \text{nombre de protons} = \text{nombre d'électrons (atome neutre)}$$

Lecture dans le tableau périodique

11	← Numéro atomique Z
Na	← Symbole de l'élément
Sodium	← Nom de l'élément
23,0	← Masse atomique

Exemples

Élément	Symbole	Z	Protons	Électrons
Hydrogène	H	1	1	1
Carbone	C	6	6	6
Oxygène	O	8	8	8
Sodium	Na	11	11	11
Chlore	Cl	17	17	17
Calcium	Ca	20	20	20

✳ À RETENIR :

$Z = \text{nombre de protons} = \text{nombre d'électrons}$
(pour un atome neutre)

Tableau périodique des éléments

UNIVERSITÉ
PARIS LODRON

scienceamusante.net
wiki-forum
chimie physique biologie

Numéro atomique

80

Nom de l'élément

Mercur

Masses atomiques, basées sur ¹²C

[] : nombre de masse de l'isotope le plus stable *

Énergie de première ionisation (eV)

[Xe] 6s² 4f¹⁴ 5d¹⁰

+1 +2

Principaux nombres d'oxydation
(le plus fréquent en gras)

Symbole de l'élément (en gris : aucun isotope stable)

Electronegativité (échelle de Pauling)

Configuration électronique (en rouge : exception à la règle de Klechkowski)

1
H
Hydrogène
1,008
1s¹
-1 +1

2
He
Hélium
4,003
1s²
0

3
Li
Lithium
6,94
1s² 2s¹
+1

4
Be
Béryllium
9,012
1s² 2s²
+2

11
Na
Sodium
22,99
[Ne] 3s¹
+1

12
Mg
Magnésium
24,31
[Ne] 3s²
+2

19
K
Potassium
39,10
[Ar] 4s¹
+1

20
Ca
Calcium
40,08
[Ar] 4s²
+2

37
Rb
Rubidium
85,47
[Kr] 5s¹
+1

38
Sr
Strontium
87,62
[Kr] 5s²
+2

55
Cs
Césium
132,91
[Xe] 6s¹
+1

56
Ba
Baryum
137,33
[Xe] 6s²
+2

87
Fr
Francium
[223]
[Rn] 7s¹
+1

88
Ra
Radium
[226]
[Rn] 7s²
+2

13
B
Bore
10,81
1s² 2s² 2p¹
+3

14
C
Carbone
12,01
1s² 2s² 2p²
+2 -1 +2 +4

15
N
Azote
14,01
1s² 2s² 2p³
-3 -1 +2 +3 +5

16
O
Oxygène
16,00
1s² 2s² 2p⁴
-2 -1 +2

17
F
Fluor
19,00
1s² 2s² 2p⁵
-1

18
Ne
Néon
20,18
1s² 2s² 2p⁶
0

13
Al
Aluminium
26,98
[Ne] 3s² 3p¹
+3

14
Si
Silicium
28,09
[Ne] 3s² 3p²
+2 +4

15
P
Phosphore
30,97
[Ne] 3s² 3p³
-3 -1 +2 +3 +5

16
S
Soufre
32,06
[Ne] 3s² 3p⁴
-2 -1 +2 +4 +6

17
Cl
Chlore
35,45
[Ne] 3s² 3p⁵
-1 +1 +3 +5 +7

18
Ar
Argon
39,95
[Ne] 3s² 3p⁶
0

21
Sc
Scandium
44,96
[Ar] 3d¹ 4s²
+3

22
Ti
Titane
47,87
[Ar] 3d² 4s²
+2 +3 +4

23
V
Vanadium
50,94
[Ar] 3d³ 4s²
+2 +3 +4 +5

24
Cr
Chrome
52,00
[Ar] 3d⁵ 4s¹
+2 +3 +4 +5 +6

25
Mn
Manganèse
54,94
[Ar] 3d⁵ 4s²
+2 +3 +4 +5 +6 +7

26
Fe
Fer
55,85
[Ar] 3d⁶ 4s²
+2 +3

27
Co
Cobalt
58,93
[Ar] 3d⁷ 4s²
+2 +3

28
Ni
Nickel
58,69
[Ar] 3d⁸ 4s²
+2 +3

29
Cu
Cuivre
63,55
[Ar] 3d¹⁰ 4s¹
+1 +2

30
Zn
Zinc
65,38
[Ar] 3d¹⁰ 4s²
+2

31
Ga
Gallium
69,72
[Ar] 3d¹⁰ 4s¹
+1 +2 +3

32
Ge
Germanium
72,63
[Ar] 3d¹⁰ 4s²
+2 +4

33
As
Arsenic
74,92
[Ar] 3d¹⁰ 4s²
-3 +3 +5

34
Se
Sélénium
78,96
[Ar] 3d¹⁰ 4s²
-2 +4 +6

35
Br
Brome
79,90
[Ar] 3d¹⁰ 4s²
-1 +1 +3 +5 +7

36
Kr
Krypton
83,80
[Ar] 3d¹⁰ 4s²
0

39
Y
Yttrium
88,91
[Kr] 4d¹ 5s²
+3

40
Zr
Zirconium
91,22
[Kr] 4d² 5s²
+4

41
Nb
Niobium
92,91
[Kr] 4d⁴ 5s¹
+3 +5

42
Mo
Molybdène
95,94
[Kr] 4d⁵ 5s¹
+2 +3 +4 +5 +6

43
Tc
Technétium
[98]
[Kr] 4d⁵ 5s²
+7

44
Ru
Ruthénium
101,07
[Kr] 4d⁷ 5s¹
+2 +3 +4 +5 +6

45
Rh
Rhodium
102,91
[Kr] 4d⁸ 5s¹
+2 +3 +4

46
Pd
Palladium
106,42
[Kr] 4d¹⁰
+4

47
Ag
Argent
107,87
[Kr] 4d¹⁰ 5s¹
+1

48
Cd
Cadmium
112,41
[Kr] 4d¹⁰ 5s²
+2

49
In
Indium
114,82
[Kr] 4d¹⁰ 5s²
+1 +2 +3

50
Sn
Étain
118,71
[Kr] 4d¹⁰ 5s²
+2 +4

51
Sb
Antimoine
121,76
[Kr] 4d¹⁰ 5s²
-3 +3 +5

52
Te
Tellure
127,60
[Kr] 4d¹⁰ 5s²
-2 +4 +6

53
I
Iode
126,90
[Kr] 4d¹⁰ 5s²
-1 +1 +3 +5 +7

54
Xe
Xénon
131,29
[Kr] 4d¹⁰ 5s²
0

72
Hf
Hafnium
178,49
[Xe] 4f¹⁴ 5d²
+4

73
Ta
Tantale
180,95
[Xe] 4f¹⁴ 5d³
+3 +5

74
W
Tungstène
183,84
[Xe] 4f¹⁴ 5d⁴
+2 +3 +4 +5 +6

75
Re
Rhenium
186,21
[Xe] 4f¹⁴ 5d⁵
+2 +3 +4 +5 +6 +7

76
Os
Osmium
190,23
[Xe] 4f¹⁴ 5d⁶
+2 +3 +4 +5 +6

77
Ir
Iridium
192,22
[Xe] 4f¹⁴ 5d⁷
+2 +3 +4 +5

78
Pt
Platine
195,08
[Xe] 4f¹⁴ 5d⁹
+2 +4

79
Au
Or
196,97
[Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰
+1 +3

80
Hg
Mercure
200,59
[Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰
+1 +2

81
Tl
Thallium
204,38
[Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰
+1 +3

82
Pb
Plomb
207,2
[Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰
+2 +4

83
Bi
Bismuth
208,98
[Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰
+3 +5

84
Po
Polonium
[209]
[Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰
+2 +4

85
At
Astate
[210]
[Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰
-1 +1 +3 +5 +7

86
Rn
Radon
[222]
[Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰
0

104
Rf
Rutherfordium
[261]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d²
+4

105
Db
Dubnium
[262]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d³
+5

106
Sg
Seaborgium
[266]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d⁴
+6

107
Bh
Bohrium
[264]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d⁵
+7

108
Hs
Hassium
[277]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d⁶
+8

109
Mt
Meitnerium
[268]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d⁷
+7

110
Ds
Darmstadtium
[281]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d⁸
+8

111
Rg
Roentgenium
[289]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d⁹
+9

112
Cn
Copernicium
[285]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d¹⁰
+10

113
Nh
Nihonium
[284]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d¹⁰ 7p¹
+1

114
Fl
Flerovium
[289]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d¹⁰ 7p²
+2

115
Mc
Moscovium
[288]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d¹⁰ 7p³
+3

116
Lv
Livermorium
[293]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d¹⁰ 7p⁴
+4

117
Ts
Tennessee
[294]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d¹⁰ 7p⁵
+5

118
Og
Oganesson
[294]
[Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d¹⁰ 7p⁶
+6

* Pure Appl. Chem., vol. 78, No. 11, pp. 2051-2066, 2006. Actualisé en 2016 selon recommandations de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée.

© 2016, Clovis Darigan - Animateur - / www.darigan.net - www.animateur.com

* Pure Appl. Chem., Vol. 78, No. 11, pp. 2051–2066, 2006. Actualisé en 2016 selon recommandations de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée.

© 2016, Clovis Darrigan - Anima-Science / www.darrigan.net - www.anima-science.fr

- **Z** = nombre de protons
- Dans un atome neutre : **Z** = nombre d'électrons

3 Les électrons de valence

Les couches électroniques

Les électrons sont répartis en **couches** autour du noyau :

Couche	Nom	Nombre maximum d'électrons
1ère	K	2
2ème	L	8
3ème	M	18

Règle de remplissage : On remplit les couches dans l'ordre $K \rightarrow L \rightarrow M$.

Définition des électrons de valence

Les **électrons de valence** sont les électrons de la **couche externe** (la plus éloignée du noyau).

Électrons de valence = électrons de la couche externe

Ce sont eux qui participent aux réactions chimiques et aux liaisons.

Lien avec le tableau périodique

Le numéro de la **colonne** indique le nombre d'électrons de valence :

Colonne	1	2	13	14	15	16	17	18
e ⁻ de valence	1	2	3	4	5	6	7	8
Exemples	Na, K	Mg, Ca	Al	C, Si	N, P	O, S	Cl, Br	Ne, Ar

Exemple : le sodium (Na)

Sodium : $Z = 11 \rightarrow 11$ électrons

Répartition : K^2 L^8 M^1
 ↑ ↑ ↑
 2 8 1 électron de valence

Repère :

- colonne 1 \rightarrow 1 électron de valence \rightarrow ion +1
- colonne 2 \rightarrow 2 électrons de valence \rightarrow ion +2
- colonne 17 \rightarrow 7 électrons de valence \rightarrow ion -1
- colonne 16 \rightarrow 6 électrons de valence \rightarrow ion -2

Formation des ions

Définition

Un **ion** est un atome (ou groupe d'atomes) qui a **gagné** ou **perdu** un ou plusieurs électrons.

Pourquoi former un ion ?

Les atomes cherchent à atteindre la **configuration électronique stable** des gaz nobles (colonne 18) : couche externe complète avec **8 électrons** (ou 2 pour l'hélium).

Les deux types d'ions

Type	Formation	Charge	Symbole	Éléments concernés
Cation	Perte d'électrons	Positive (+)	Na^+ , Ca^{2+}	Colonnes 1, 2, 13
Anion	Gain d'électrons	Négative (-)	Cl^- , O^{2-}	Colonnes 16, 17

✚ ASTUCE MNÉMOTECHNIQUE :

- CaTion contient un "T" comme le signe "+"
- ANion commence par "AN" comme "ANégatif"

Exemple 1 : Formation du cation sodium Na^+

Na (atome)		Na^+ (ion)
11 protons		11 protons
11 électrons		10 électrons
Charge : 0	PERD 1 e^-	Charge : +1
	→	
Configuration : $\text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^1$		Configuration : $\text{K}^2 \text{L}^8$ (comme Ne)

Exemple 2 : Formation de l'anion chlorure Cl^-

Cl (atome)		Cl^- (ion)
17 protons		17 protons
17 électrons		18 électrons
Charge : 0	GAGNE 1 e^-	Charge : -1
	→	
Configuration : $\text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^7$		Configuration : $\text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^8$ (comme Ar)

Ions courants

Ion	Formule	Formation
Sodium	Na^+	Na perd 1 e^-
Potassium	K^+	K perd 1 e^-
Calcium	Ca^{2+}	Ca perd 2 e^-
Magnésium	Mg^{2+}	Mg perd 2 e^-
Chlorure	Cl^-	Cl gagne 1 e^-
Oxyde	O^{2-}	O gagne 2 e^-
Sulfure	S^{2-}	S gagne 2 e^-

5 Électroneutralité et composés ioniques

Règle d'électroneutralité

Un **composé ionique** est toujours **électriquement neutre** :

$$\sum \text{charges positives} + \sum \text{charges négatives} = 0$$

Exemples de composés ioniques

Composé	Ions	Vérification
Chlorure de sodium NaCl	$\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	$(+1) + (-1) = 0 \checkmark$
Chlorure de calcium CaCl_2	$\text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$	$(+2) + 2 \times (-1) = 0 \checkmark$
Oxyde de sodium Na_2O	$2 \text{Na}^+ + \text{O}^{2-}$	$2 \times (+1) + (-2) = 0 \checkmark$
Oxyde de magnésium MgO	$\text{Mg}^{2+} + \text{O}^{2-}$	$(+2) + (-2) = 0 \checkmark$

Méthode : croiser les charges

Pour écrire la formule d'un composé ionique, on **croise les valeurs des charges** (sans le signe) :

Exemple : Chlorure de calcium



→ CaCl_2

6 Ions et mesures en contrôle qualité

Le pH : mesure des ions H_3O^+

Le **pH** mesure la concentration en **ions hydronium H_3O^+** :

Concentration en H_3O^+	pH	Caractère
Élevée	Bas (< 7)	Acide
Faible	Élevé (> 7)	Basique

La conductivité : présence d'ions mobiles

La **conductivité** d'une solution dépend de la présence d'**ions mobiles** :

Type de solution	Ions présents	Conductivité
Eau pure	Très peu	Très faible
Eau salée (NaCl)	Na^+ , Cl^-	Élevée
Eau déminéralisée	Aucun	Quasi nulle

✚ LIEN MICRO ↔ MACRO :

- pH bas = beaucoup d'ions H_3O^+
- Conductivité élevée = beaucoup d'ions en solution

Ions courants en cosmétique

Ion	Formule	Exemple INCI	Rôle
Sodium	Na^+	Sodium Chloride	Ajusteur de viscosité
Potassium	K^+	Potassium Sorbate	Conservateur
Calcium	Ca^{2+}	Calcium Pantothenate	Actif (vitamine B5)
Chlorure	Cl^-	Sodium Chloride	Sel
Hydroxyde	OH^-	Sodium Hydroxide	Ajusteur de pH
Hydronium	H_3O^+	—	Acidité

À retenir pour l'E2

Définitions essentielles

Terme	Définition
Atome	Constituant élémentaire (noyau + électrons)
Z	Numéro atomique = nombre de protons
Électrons de valence	Électrons de la couche externe
Ion	Atome ayant gagné ou perdu des électrons
Cation	Ion positif (perte d'e ⁻)
Anion	Ion négatif (gain d'e ⁻)
Électroneutralité	Somme des charges = 0

Règles pratiques

Règle	Application
Colonne 1 → ion +1	Na ⁺ , K ⁺
Colonne 2 → ion +2	Mg ²⁺ , Ca ²⁺
Colonne 16 → ion -2	O ²⁻ , S ²⁻
Colonne 17 → ion -1	Cl ⁻ , Br ⁻

Vocabulaire à maîtriser

- **Proton / Électron** : particules de l'atome
- **Cation / Anion** : types d'ions
- **Couche de valence** : couche externe
- **Composé ionique** : assemblage de cations et d'anions
- **Électroneutralité** : équilibre des charges



Lien avec la suite de la progression

Séance	Réinvestissement
S12	Lewis – Représentation des liaisons
S13	Interactions – Polarité et solubilité
S14	Acido-basicité – Couples acide/base
S21	Conductivité – Mesure et interprétation



Fiche méthode associée

→ Fiche méthode 05 – Lire le tableau périodique