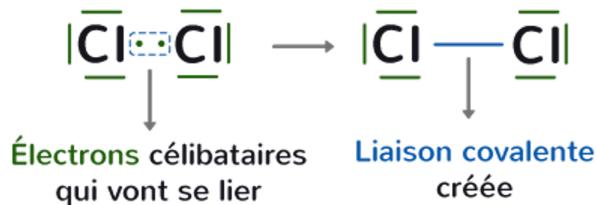


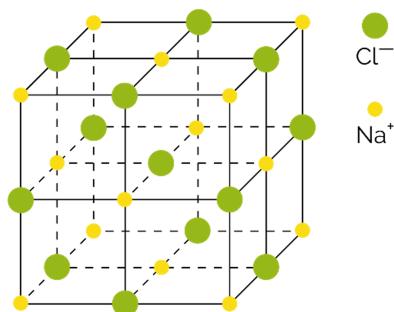
S11 – Comprendre "ce qu'on mesure" en contrôle qualité

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



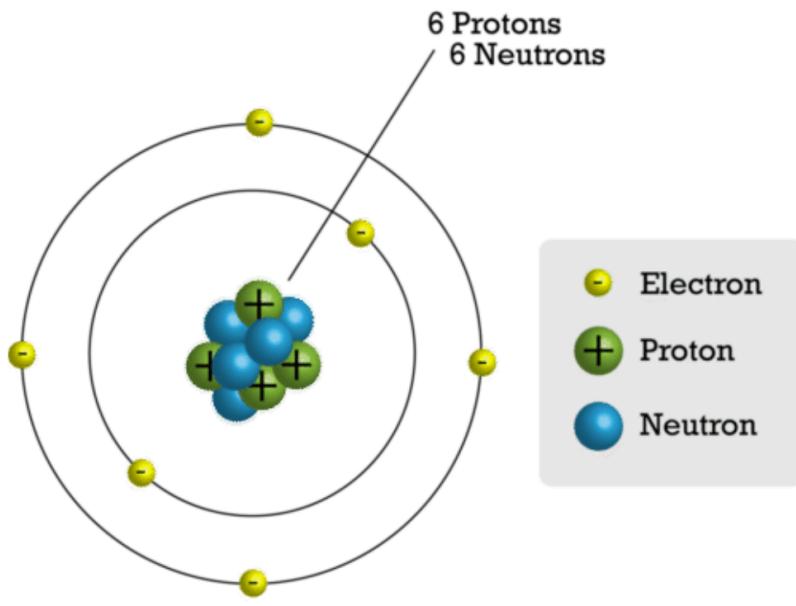
NaCl : composé ionique (association d'ions)

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 → 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	Symbol	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



Tableau périodique des éléments																																			
scienceamusante.net																																			
1	H Hydrogène 1,008 13,92 2,1 1s ¹ +1	2	3	Li Lithium 6,94 5,39 1s ² s ¹ +1	4	Be Béryllium 9,012 9,222 1s ² 2s ² +2	5	5	B Bore 10,81 10,43 1s ² 2s ² 2p ¹ +3	6	C Carbone 12,01 12,01 1s ² 2s ² 2p ² +2	7	N Azote 14,01 14,01 1s ² 2s ² 2p ³ +3	8	O Oxygène 16,00 16,00 1s ² 2s ² 2p ⁴ +4	9	F Fluor 19,00 21,56 1s ² 2s ² 2p ⁵ +5	10	Ne Néon 20,18 24,65 1s ² 0																
2																																			
3																																			
4																																			
5																																			
6																																			
7																																			
8																																			
9																																			
10																																			
11	Na Sodium 22,99 22,99 [Ne] 3s ¹ +1	12	Mg Magnésium 24,31 24,31 [Ne] 3s ² +2	13	B Bore 10,81 10,43 1s ² 2s ² 2p ¹ +3	14	C Carbone 12,01 12,01 1s ² 2s ² 2p ² +2	15	N Azote 14,01 14,01 1s ² 2s ² 2p ³ +3	16	O Oxygène 16,00 16,00 1s ² 2s ² 2p ⁴ +4	17	F Fluor 19,00 21,56 1s ² 2s ² 2p ⁵ +5	18	Ar Argon 39,95 39,95 [Ne] 3s ² 3p ⁶ 0																				
3																																			
4																																			
5																																			
6																																			
7																																			
8																																			
9																																			
10																																			
11																																			
12																																			
13																																			
14																																			
15																																			
16																																			
17																																			
18																																			
19	K Potassium 39,10 39,10 [Ar] 4s ¹ +1	20	Ca Calcium 40,08 40,08 [Ar] 4s ² +2	21	Sc Scandium 44,96 44,96 [Ar] 4s ² 3d ¹ +2 +3 +4	22	Ti Titanium 47,87 47,87 [Ar] 4s ² 3d ² +2 +3 +4 +5	23	V Vanadium 50,94 50,94 [Ar] 4s ² 3d ³ +2 +3 +4 +5	24	Cr Chrome 52,00 52,00 [Ar] 4s ² 3d ⁵ +2 +3 +4 +5	25	Mn Manganèse 54,94 54,94 [Ar] 4s ² 3d ⁵ +2 +3 +4 +5	26	Fe Fer 55,85 55,85 [Ar] 4s ² 3d ⁶ +2 +3 +4 +5	27	Co Cobalt 58,93 58,93 [Ar] 4s ² 3d ⁷ +2 +3 +4 +5	28	Ni Nickel 58,69 58,69 [Ar] 4s ² 3d ⁸ +2 +3 +4 +5	29	Cu Cuivre 63,50 63,50 [Ar] 4s ² 3d ¹⁰ +2 +3 +4 +5	30	Zn Zinc 65,38 65,38 [Ar] 4s ² 3d ¹⁰ +2 +3 +4 +5	31	Ga Gallium 69,71 69,71 [Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ¹ +2 +3 +4 +5	32	Ge Sélenium 72,63 72,63 [Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ² +2 +3 +4 +5	33	As Arsenic 74,92 74,92 [Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ³ +2 +3 +4 +5	34	Se Sélénium 78,96 78,96 [Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁴ +2 +3 +4 +5	35	Br Bromé 79,90 79,90 [Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵ +2 +3 +4 +5	36	Kr Krypton 83,80 83,80 [Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 0
20																																			
21																																			
22																																			
23																																			
24																																			
25																																			
26																																			
27																																			
28																																			
29																																			
30																																			
31																																			
32																																			
33																																			
34																																			
35																																			
36																																			
37	Rb Rubidium 85,47 85,47 [Kr] 5s ¹ +1	38	Sr Strontium 87,62 87,62 [Kr] 5s ² +2	39	Y Yttrium 88,91 88,91 [Kr] 5s ² 4d ¹ +2 +3 +4	40	Zr Zirconium 91,22 91,22 [Kr] 5s ² 4d ² +2 +3 +4 +5	41	Nb Niobium 92,91 92,91 [Kr] 5s ² 4d ³ +2 +3 +4 +5	42	Mo Molybdène 95,94 95,94 [Kr] 5s ² 4d ⁵ +2 +3 +4 +5	43	Tc Technétium 98 [98] [Kr] 5s ² 4d ⁵ +2 +3 +4 +5	44	Ru Ruthénium 101,07 101,07 [Kr] 5s ² 4d ⁷ +2 +3 +4 +5	45	Rh Rhodium 102,91 102,91 [Kr] 5s ² 4d ⁹ +2 +3 +4 +5	46	Pd Palladium 106,42 106,42 [Kr] 5s ² 4d ¹⁰ +2 +3 +4 +5	47	Ag Argent 107,87 107,87 [Kr] 5s ² 4d ¹⁰ +2 +3 +4 +5	48	Cd Cadmium 112,41 112,41 [Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ¹ +2 +3 +4 +5	49	In Indium 114,62 114,62 [Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ² +2 +3 +4 +5	50	Sn Étain 118,71 118,71 [Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ³ +2 +3 +4 +5	51	Sb Antimoine 121,76 121,76 [Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁴ +2 +3 +4 +5	52	Te Tellure 126,90 126,90 [Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁵ +2 +3 +4 +5	53	I Iode 131,29 131,29 [Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 0		
38																																			
39																																			
40																																			
41																																			
42																																			
43																																			
44																																			
45																																			
46																																			
47																																			
48																																			
49																																			
50																																			
51																																			
52																																			
53																																			
54																																			
55	Cs Césium 132,91 132,91 [Xe] 6s ¹ +1	56	Ba Barium 137,33 137,33 [Xe] 6s ² +2	57 à 71	Hf Hafnium 178,49 178,49 [Xe] 6s ² 4f ¹³ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	72	Ta Tantale 183,04 183,04 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ¹ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	73	W Tungstène 183,84 183,84 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ² +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	74	Re Rhénium 186,21 186,21 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ³ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	75	Os Osmium 192,23 192,23 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ⁴ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	76	Ir Iridium 192,22 192,22 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ⁵ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	77	Pt Platine 195,08 195,08 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ⁶ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	78	Au Or Mercurie 200,59 200,59 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ⁷ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	79	Hg Mercure 205,99 205,99 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ⁸ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	80	Tl Thallium 204,38 204,38 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ⁹ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	81	Bi Bismuth 208,99 208,99 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ¹⁰ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	82	Pb Plomb 207,27 207,27 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ¹⁰ 6p ¹ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	83	Bi Bismuth 208,99 208,99 [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ¹⁰ 6p ² +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	84	Po Polonium [209] [209] [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ¹⁰ 6p ³ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	85	At Astate [210] [210] [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ¹⁰ 6p ⁴ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13	86	Rn Radon [222] [222] [Xe] 6s ² 4f ¹² 5d ¹⁰ 6p ⁶ +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9 +10 +11 +12 +13
56																																			
57 à 71																																			
72																																			
73																																			
74																																			
75																																			
76																																			
77																																			
78																																			
79																																			
80																																			
81																																			
82																																			
83																																			
84																																			
85																																			
86																																			
Fr Francium [223] [223] [Xe] 6s ¹ +1	88	Ra Radium [226] [226] [Xe] 6s ² +2	89 à 103	104 Rf Rutherfordium [267] [267] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	105 Db Dubnium [268] [268] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	106 Sg Seaborgium [271] [271] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	107 Bh Bohrium [272] [272] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	108 Hs Hassium [277] [277] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	109 Mt Meitnerium [276] [276] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	110 Ds Darmstadtium [281] [281] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	111 Rg Roentgenium [285] [285] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	112 Cn Copernicium [286] [286] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	113 Nh Nihonium [288] [288] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	114 Fl Florérium [289] [289] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	115 Mc Moscovium [288] [288] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	116 Lv Livermorium [294] [294] [Xe] 6s ² 5f ⁶ +2	11																		

* 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.

- **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 → L → 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 → 11 électrons

Répartition : K² L⁸ M¹
 ↑ ↑ ↑
 2 8 1 électron de valence

Repère :

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

4 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 :	Configuration :
$\text{K}^2 \text{ L}^8 \text{ M}^1$	$\text{K}^2 \text{ L}^8$ (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 :	Configuration :
K ² L ⁸ M ⁷	K ² L ⁸ 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** :

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

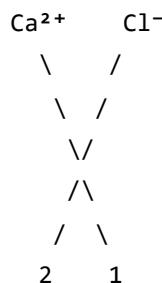
Exemples de composés ioniques

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



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 H₃O⁺
- 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 ₃ O ⁺	–	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](#)