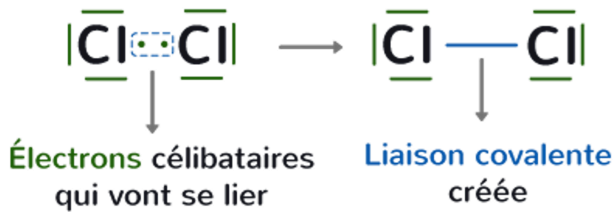


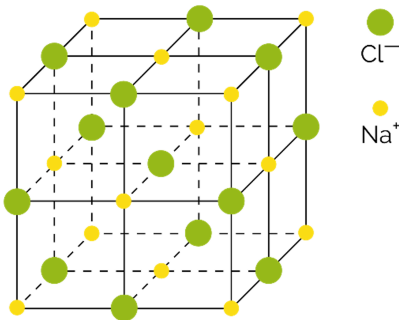
# S11 – Comprendre "ce qu'on mesure" en contrôle qualité

## 0 Entités chimiques : repères indispensables

- **Atome** : entité neutre (ex : Na, Cl)
- **Ion** : entité chargée (gain/perte d'électrons)
  - **cation** : charge + (ex : Na<sup>+</sup>)
  - **anion** : charge - (ex : Cl<sup>-</sup>)
- **Molécule** : entité neutre formée d'atomes liés (ex : H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>)
- **Composé ionique** : association d'ions globalement neutre (ex : NaCl)



*Cl<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> : molécules*



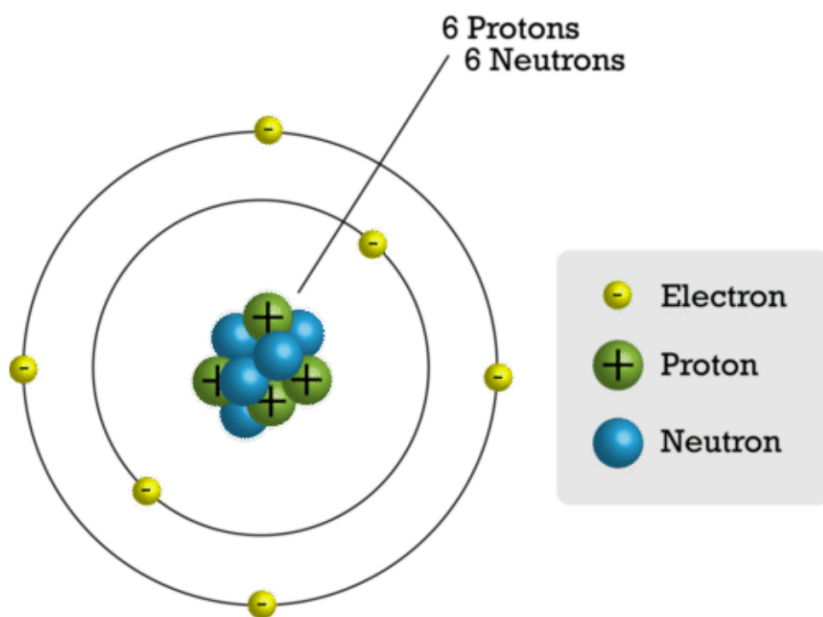
*NaCl : composé ionique (association d'ions)*

# 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 (-)	$\approx 0$	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 = nombre de protons = nombre d'électrons  
(pour un atome neutre)

## Tableau périodique des éléments

**Numéro atomique** — 80 — **Symbole de l'élément (en gris : aucun isotope stable)**

**Nom de l'élément** — Mercure — **Électronégativité (échelle de Pauling)**

**Masses atomiques, basées sur <sup>12</sup>C** — 200,59 — **Configuration électronique (en rouge : exception à la règle de Kechchowsk)**

[ ] : nombre de masse de l'isotope le plus stable \*  
Energie de première ionisation (eV)

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

1	2											13	14	15	16	17	18
1 <b>H</b> Hydrogène 1,008 1s <sup>1</sup> -1 +1																2 <b>He</b> Hélium 4,003 1s <sup>2</sup> 0	
3 <b>Li</b> Lithium 6,94 3s <sup>1</sup> 1s <sup>2</sup> 2s <sup>1</sup> +1	4 <b>Be</b> Béryllium 9,012 2s <sup>2</sup> +2																
11 <b>Na</b> Sodium 22,99 [Ne] 3s <sup>1</sup> +1	12 <b>Mg</b> Magnésium 24,31 [Ne] 3s <sup>2</sup> +2																
19 <b>K</b> Potassium 39,10 [Ar] 4s <sup>1</sup> +1	20 <b>Ca</b> Calcium 40,08 [Ar] 4s <sup>2</sup> +2	21 <b>Sc</b> Scandium 44,96 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>1</sup> +3	22 <b>Ti</b> Titane 47,87 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>2</sup> +2 +3 +4	23 <b>V</b> Vanadium 50,94 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>3</sup> +2 +3 +4 +5	24 <b>Cr</b> Chrome 52,00 [Ar] 4s <sup>1</sup> 3d <sup>5</sup> +2 +3 +4 +5 +6	25 <b>Mn</b> Manganèse 54,94 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>5</sup> +2 +3 +4 +5 +6 +7	26 <b>Fe</b> Fer 55,85 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>6</sup> +2 +3	27 <b>Co</b> Cobalt 58,93 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>7</sup> +2 +3	28 <b>Ni</b> Nickel 58,69 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>8</sup> +2 +3	29 <b>Cu</b> Cuivre 63,55 [Ar] 4s <sup>1</sup> 3d <sup>10</sup> +1 +2	30 <b>Zn</b> Zinc 65,38 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> +2	31 <b>Ga</b> Gallium 69,72 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>1</sup> +1 +2 +3	32 <b>Ge</b> Germanium 72,63 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>2</sup> +2 +4	33 <b>As</b> Arsenic 74,92 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>3</sup> -3 +3 +5	34 <b>Se</b> Sélénium 78,96 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>4</sup> -2 +2 +4 +6	35 <b>Br</b> Brome 79,90 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>5</sup> -1 +1 +3 +5 +7	36 <b>Kr</b> Krypton 83,80 [Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>6</sup> 0
37 <b>Rb</b> Rubidium 85,47 [Kr] 5s <sup>1</sup> +1	38 <b>Sr</b> Strontium 87,62 [Kr] 5s <sup>2</sup> +2	39 <b>Y</b> Yttrium 88,91 [Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>1</sup> +2 +3	40 <b>Zr</b> Zirconium 91,22 [Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>2</sup> +4	41 <b>Nb</b> Niobium 92,91 [Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>4</sup> +3 +5	42 <b>Mo</b> Molybdène 95,96 [Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>5</sup> +2 +3 +4 +5 +6	43 <b>Tc</b> Technétium [98] [Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>5</sup> +7	44 <b>Ru</b> Ruthénium 101,07 [Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>7</sup> +2 +3 +4 +6 +8	45 <b>Rh</b> Rhodium 102,91 [Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>8</sup> +2 +3 +4	46 <b>Pd</b> Palladium 106,42 [Kr] 5s <sup>0</sup> 4d <sup>10</sup> +2 +4	47 <b>Ag</b> Argent 107,87 [Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>10</sup> +1	48 <b>Cd</b> Cadmium 112,41 [Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> +2	49 <b>In</b> Indium 114,82 [Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>1</sup> +1 +2 +3	50 <b>Sn</b> Étain 118,71 [Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>2</sup> +2 +4	51 <b>Sb</b> Antimoine 121,76 [Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>3</sup> -3 +3 +5	52 <b>Te</b> Tellure 127,60 [Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>4</sup> -2 +2 +4 +6	53 <b>I</b> Iode 126,90 [Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>5</sup> -1 +1 +3 +5 +7	54 <b>Xe</b> Xénon 131,29 [Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>6</sup> 0
55 <b>Cs</b> Césium 132,91 [Xe] 6s <sup>1</sup> +1	56 <b>Ba</b> Baryum 137,33 [Xe] 6s <sup>2</sup> +2	57 à 71	72 <b>Hf</b> Hafnium 178,49 [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> +4	73 <b>Ta</b> Tantale 180,95 [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>3</sup> +5	74 <b>W</b> Tungstène 183,84 [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup> +2 +3 +4 +5 +6	75 <b>Re</b> Rhenium 186,21 [Xe] 6s <sup>1</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>5</sup> +2 +3 +4 +5 +6 +7	76 <b>Os</b> Osmium 190,23 [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup> +2 +3 +4 +6 +8	77 <b>Ir</b> Iridium 192,22 [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup> +2 +3 +4	78 <b>Pt</b> Platine 195,08 [Xe] 6s <sup>1</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup> +2 +4	79 <b>Au</b> Or 196,97 [Xe] 6s <sup>1</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> +1 +3	80 <b>Hg</b> Mercure 200,59 [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> +1 +2	81 <b>Tl</b> Thallium 204,38 [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>1</sup> +1 +3	82 <b>Pb</b> Plomb 207,2 [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>2</sup> +2 +4	83 <b>Bi</b> Bismuth 208,98 [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>3</sup> +3 +5	84 <b>Po</b> Polonium [209] [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>4</sup> +2 +4	85 <b>At</b> Astate [210] [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>5</sup> -1 +1 +3 +5 +7	86 <b>Rn</b> Radon [222] [Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>6</sup> 0
87 <b>Fr</b> Francium [223] [Rn] 7s <sup>1</sup> +1	88 <b>Ra</b> Radium [226] [Rn] 7s <sup>2</sup> +2	89 à 103	104 <b>Rf</b> Rutherfordium [267] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> +4	105 <b>Db</b> Dubnium [268] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>3</sup> +5	106 <b>Sg</b> Seaborgium [271] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>4</sup> +6	107 <b>Bh</b> Bohrium [272] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>5</sup> +7	108 <b>Hs</b> Hassium [277] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>6</sup> +8	109 <b>Mt</b> Meitnerium [268] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>7</sup> +7	110 <b>Ds</b> Darmstadtium [281] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>8</sup> +8	111 <b>Rg</b> Roentgenium [280] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>9</sup> +9	112 <b>Cn</b> Copernicium [285] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> +10	113 <b>Nh</b> Nihonium [286] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7p <sup>1</sup> +1 +3	114 <b>Fl</b> Flerovium [289] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7p <sup>2</sup> +2 +4	115 <b>Mc</b> Moscovium [288] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7p <sup>3</sup> +3 +5	116 <b>Lv</b> Livermorium [293] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7p <sup>4</sup> +4 +6	117 <b>Ts</b> Tennessine [294] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7p <sup>5</sup> +5 +7	118 <b>Og</b> Oganesson [294] [Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7p <sup>6</sup> 0

\* 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 - Anima-Science / www.darigan.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 :  $K^2 \quad L^8 \quad M^1$   
 $\uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow$   
 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

## 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
<b>Cation</b>	Perte d'électrons	Positive (+)	Na <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup>	Colonnes 1, 2, 13
<b>Anion</b>	Gain d'électrons	Négative (-)	Cl <sup>-</sup> , O <sup>2-</sup>	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<sup>+</sup>

Na (atome)		Na <sup>+</sup> (ion)
<hr/>		
11 protons		11 protons
11 électrons		10 électrons
Charge : 0	PERD 1 e <sup>-</sup>	Charge : +1
	→	
Configuration :		Configuration :
K <sup>2</sup> L <sup>8</sup> M <sup>1</sup>		K <sup>2</sup> L <sup>8</sup> (comme Ne)

## Exemple 2 : Formation de l'anion chlorure Cl<sup>-</sup>

Cl (atome)	Cl <sup>-</sup> (ion)
17 protons	17 protons
17 électrons	18 électrons
Charge : 0	GAGNE 1 e <sup>-</sup> Charge : -1
	→
Configuration : K <sup>2</sup> L <sup>8</sup> M <sup>7</sup>	Configuration : K <sup>2</sup> L <sup>8</sup> M <sup>8</sup> (comme Ar)

## Ions courants

Ion	Formule	Formation
Sodium	Na <sup>+</sup>	Na perd 1 e <sup>-</sup>
Potassium	K <sup>+</sup>	K perd 1 e <sup>-</sup>
Calcium	Ca <sup>2+</sup>	Ca perd 2 e <sup>-</sup>
Magnésium	Mg <sup>2+</sup>	Mg perd 2 e <sup>-</sup>
Chlorure	Cl <sup>-</sup>	Cl gagne 1 e <sup>-</sup>
Oxyde	O <sup>2-</sup>	O gagne 2 e <sup>-</sup>
Sulfure	S <sup>2-</sup>	S gagne 2 e <sup>-</sup>

## 5 Électroneutralité et composés ioniques

### Règle d'électroneutralité

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

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

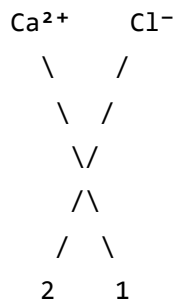
# Exemples de composés ioniques

Composé	Ions	Vérification
Chlorure de sodium NaCl	$\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	$(+1) + (-1) = 0 \checkmark$
Chlorure de calcium $\text{CaCl}_2$	$\text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$	$(+2) + 2 \times (-1) = 0 \checkmark$
Oxyde de sodium $\text{Na}_2\text{O}$	$2 \text{Na}^+ + \text{O}^{2-}$	$2 \times (+1) + (-2) = 0 \checkmark$
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



→  $\text{CaCl}_2$

## 6 Ions et mesures en contrôle qualité

### Le pH : mesure des ions $\text{H}_3\text{O}^+$

Le **pH** mesure la concentration en **ions hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$**  :

Concentration en $\text{H}_3\text{O}^+$	pH	Caractère
Élevée	Bas (< 7)	<b>Acide</b>
Faible	Élevé (> 7)	<b>Basique</b>

# 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 <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup>	Élevée
Eau déminéralisée	Aucun	Quasi nulle

✦ LIEN MICRO ↔ MACRO :

- pH bas = beaucoup d'ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>
- Conductivité élevée = beaucoup d'ions en solution

## Ions courants en cosmétique

Ion	Formule	Exemple INCI	Rôle
Sodium	Na <sup>+</sup>	Sodium Chloride	Ajusteur de viscosité
Potassium	K <sup>+</sup>	Potassium Sorbate	Conservateur
Calcium	Ca <sup>2+</sup>	Calcium Pantothenate	Actif (vitamine B5)
Chlorure	Cl <sup>-</sup>	Sodium Chloride	Sel
Hydroxyde	OH <sup>-</sup>	Sodium Hydroxide	Ajusteur de pH
Hydronium	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	–	Acidité

# À retenir pour l'E2

## Définitions essentielles

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

## Règles pratiques

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

## 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](#)