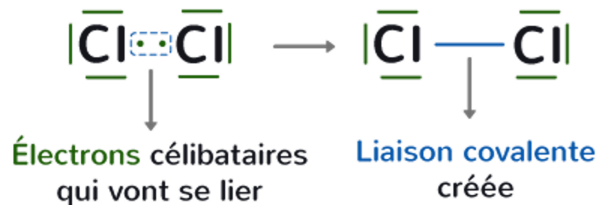


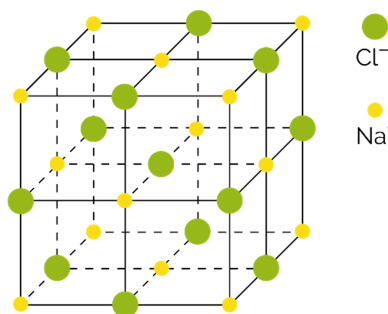
S11 – Comprendre "ce qu'on mesure" en contrôle qualité

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



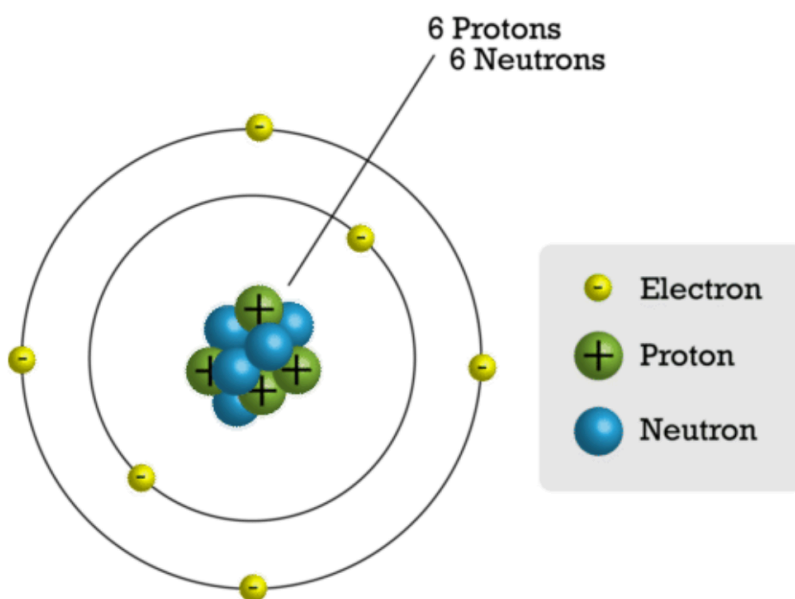
NaCl : composé ionique (association d'ions)

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)

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

21

Sc

Scandium

44,96

[Ar] 3d¹ 4s²

+3

22

Ti

Titane

47,87

6,888

1,5

[Ar] 3d² 4s²

+2 +3 +4

23

V

Vanadium

50,94

6,746

1,6

[Ar] 3d³ 4s²

+2 +3 +4 +5

24

Cr

Chrome

52,00

6,766

1,6

7,434

[Ar] 3d⁵ 4s¹

+2 +3 +4 +5 +6

25

Mn

Manganèse

54,94

7,434

1,6

7,861

[Ar] 3d⁵ 4s²

+2 +3 +4 +5 +6 +7

26

Fe

Fer

55,85

7,901

1,6

7,861

[Ar] 3d⁶ 4s²

+2 +3

27

Co

Cobalt

58,93

7,861

1,6

7,861

[Ar] 3d⁷ 4s²

+2 +3

28

Ni

Nickel

58,69

7,639

1,6

7,639

[Ar] 3d⁸ 4s²

+2 +3

29

Cu

Cuivre

63,55

7,726

1,6

7,726

[Ar] 3d¹⁰ 4s¹

+1 +2

30

Zn

Zinc

65,38

8,994

1,6

8,994

[Ar] 3d¹⁰ 4s²

+2

31

Ga

Gallium

69,72

5,999

1,6

5,999

[Ar] 3d¹⁰ 4s¹ 4p¹

+1 +2 +3

32

Ge

Germanium

72,63

7,899

1,6

7,899

[Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p²

+2 +4

33

As

Arsenic

74,92

9,789

1,6

9,789

[Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p³

-3 +3 +5

34

Se

Sélénium

78,96

9,752

1,6

9,752

[Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p⁴

-2 +2 +4 +6

35

Br

Brome

79,90

11,81

2,8

11,81

[Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p⁵

-1 +1 +3 +5 +7

36

Kr

Krypton

83,80

13,99

3,0

13,99

[Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p⁶

0

37

Rb

Rubidium

85,47

4,777

1,5

4,777

[Kr] 5s¹

+1

38

Sr

Strontium

87,62

5,894

1,6

5,894

[Kr] 5s²

+2

39

Y

Yttrium

88,91

6,217

1,2

6,217

[Kr] 5s² 4d¹

+2 +3

40

Zr

Zirconium

91,22

6,632

1,4

6,632

[Kr] 5s² 4d²

+4

41

Nb

Niobium

92,91

6,758

1,4

6,758

[Kr] 5s² 4d⁴

+3 +4 +5

42

Mo

Molybdène

95,94

7,092

1,5

7,092

[Kr] 5s¹ 4d⁵

+2 +3 +4 +5 +6

43

Tc

Technétium

[98]

7,29

1,8

7,29

[Kr] 5s² 4d⁵

+7

44

Ru

Ruthénium

101,07

7,380

1,7

7,380

[Kr] 5s¹ 4d⁶

+2 +3 +4 +5 +6

45

Rh

Rhodium

102,91

7,466

1,9

7,466

[Kr] 5s¹ 4d⁸

+2 +3 +4

46

Pd

Palladium

106,42

8,338

2,2

8,338

[Kr] 5s¹ 4d⁹

+2 +4

47

Ag

Argent

107,87

7,576

1,9

7,576

[Kr] 5s¹ 4d¹⁰

+1

48

Cd

Cadmium

112,41

8,992

1,9

8,992

[Kr] 5s² 4d¹⁰

+2

49

In

Indium

114,82

5,786

1,7

5,786

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p¹

+1 +2 +3

50

Sn

Étain

118,71

7,342

1,8

7,342

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p²

+2 +4

51

Sb

Antimoine

121,76

8,009

2,1

8,009

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p³

-3 +3 +5

52

Te

Tellure

127,60

9,009

2,2

9,009

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p⁴

-2 +2 +4 +6

53

I

Iode

126,90

10,45

2,5

10,45

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p⁵

-1 +1 +3 +5 +7

54

Xe

Xénon

131,29

12,12

2,8

12,12

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p⁶

0

55

Cs

Césium

132,91

3,896

1,1

3,896

[Xe] 6s¹

+1

56

Ba

Baryum

137,33

3,211

0,9

3,211

[Xe] 6s²

+2

57 à 71

Lanthanides

</

- 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 : $Z = 11 \rightarrow 11$ 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