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

**Atome – Ions – Tableau périodique – Électroneutralité**

> En BTS MECP, on attend des réponses **rédigées**, **justifiées** et utilisant un **vocabulaire scientifique précis**.
> Comprendre la structure de la matière permet d'interpréter les mesures de contrôle qualité (pH, conductivité).

## 🎯 Objectifs de la séance

À l'issue de cette séance, vous serez capables de :

- **décrire** la structure de l'atome (noyau, électrons)
- **utiliser** le tableau périodique pour trouver Z et les électrons de valence
- **distinguer** cation et anion
- **écrire** la formule d'un ion à partir de l'atome
- **appliquer** la règle d'électroneutralité
- **relier** la présence d'ions aux mesures de contrôle qualité

## 🧴 Pourquoi c'est important pour votre métier ?

En institut ou en laboratoire cosmétique, vous serez amené(e) à :

- **Comprendre les mesures de pH** : le pH mesure la concentration en ions $H_3O^+$
- **Interpréter la conductivité** : elle dépend des ions présents en solution
- **Lire les listes INCI** : de nombreux ingrédients sont des composés ioniques (Sodium Chloride, Potassium Sorbate...)
- **Comprendre la formulation** : les ions influencent la stabilité, la texture et l'efficacité des produits

> 💡 *Quand vous lisez "Sodium Benzoate" sur un flacon, c'est un composé ionique formé d'ions sodium $Na^+$ et d'ions benzoate. Comprendre les ions, c'est comprendre vos produits !*

👉 **Cette séance vous permettra** de faire le lien entre l'échelle microscopique (atomes, ions) et les mesures macroscopiques que vous réalisez en contrôle qualité.

# 🧴 Situation professionnelle

Vous travaillez au **laboratoire de contrôle qualité** d'une entreprise cosmétique.

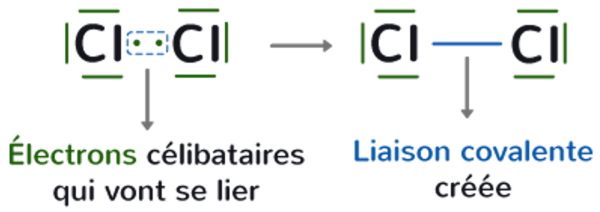
Un nouveau technicien vous demande :

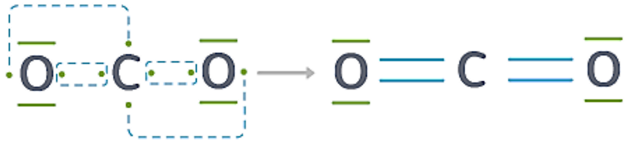
> *« Quand je mesure le pH, qu'est-ce que je mesure vraiment ? Et pourquoi l'eau du robinet conduit-elle le courant alors que l'eau pure non ? »*

Pour lui répondre, vous devez comprendre ce que sont les **ions** et d'où ils viennent.

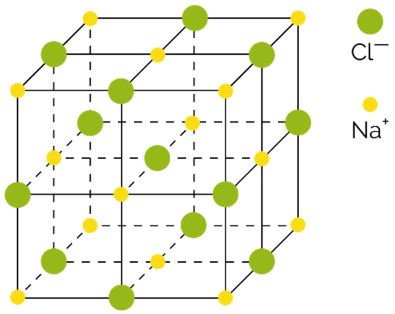
# 📄 Documents fournis

## Document 0 – Exemples d'espèces chimiques (repères visuels)




*$Cl_2$ et $CO_2$ : molécules*

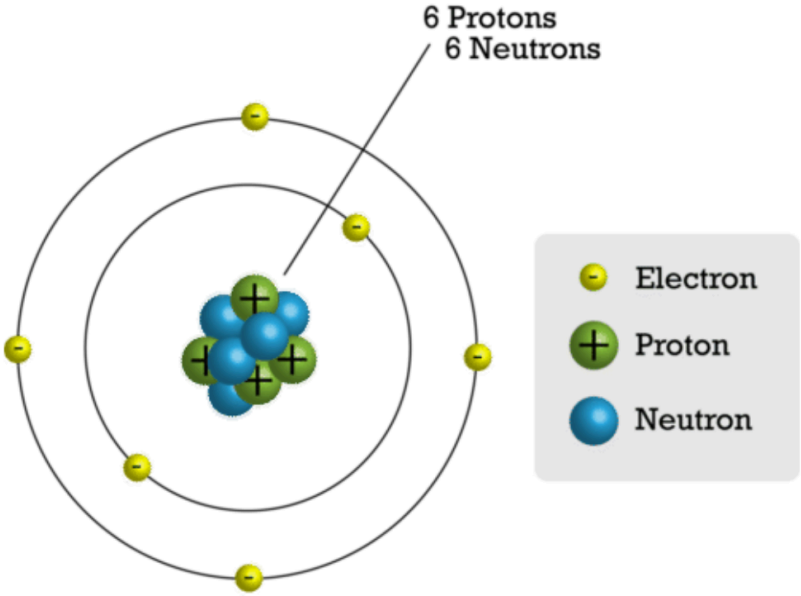


*NaCl : composé ionique (association d'ions)*

## Document 1 – Structure de l'atome

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

| Particule | Symbole | Charge | Localisation |
|---|---|---|---|
| **Proton** | $p^+$ | Positive (+) | Noyau |
| **Neutron** | n | Nulle (0) | Noyau |
| **Électron** | $e^-$ | Négative (−) | Autour du noyau |




*Structure de l'atome de carbone*

**Règle fondamentale :** Dans un atome **électriquement neutre**, le nombre de protons est égal au nombre d'électrons.

$$\boxed{\text{Atome neutre : nombre de protons} = \text{nombre d'électrons}}$$

## Document 2 – Le numéro atomique Z et tableau périodique

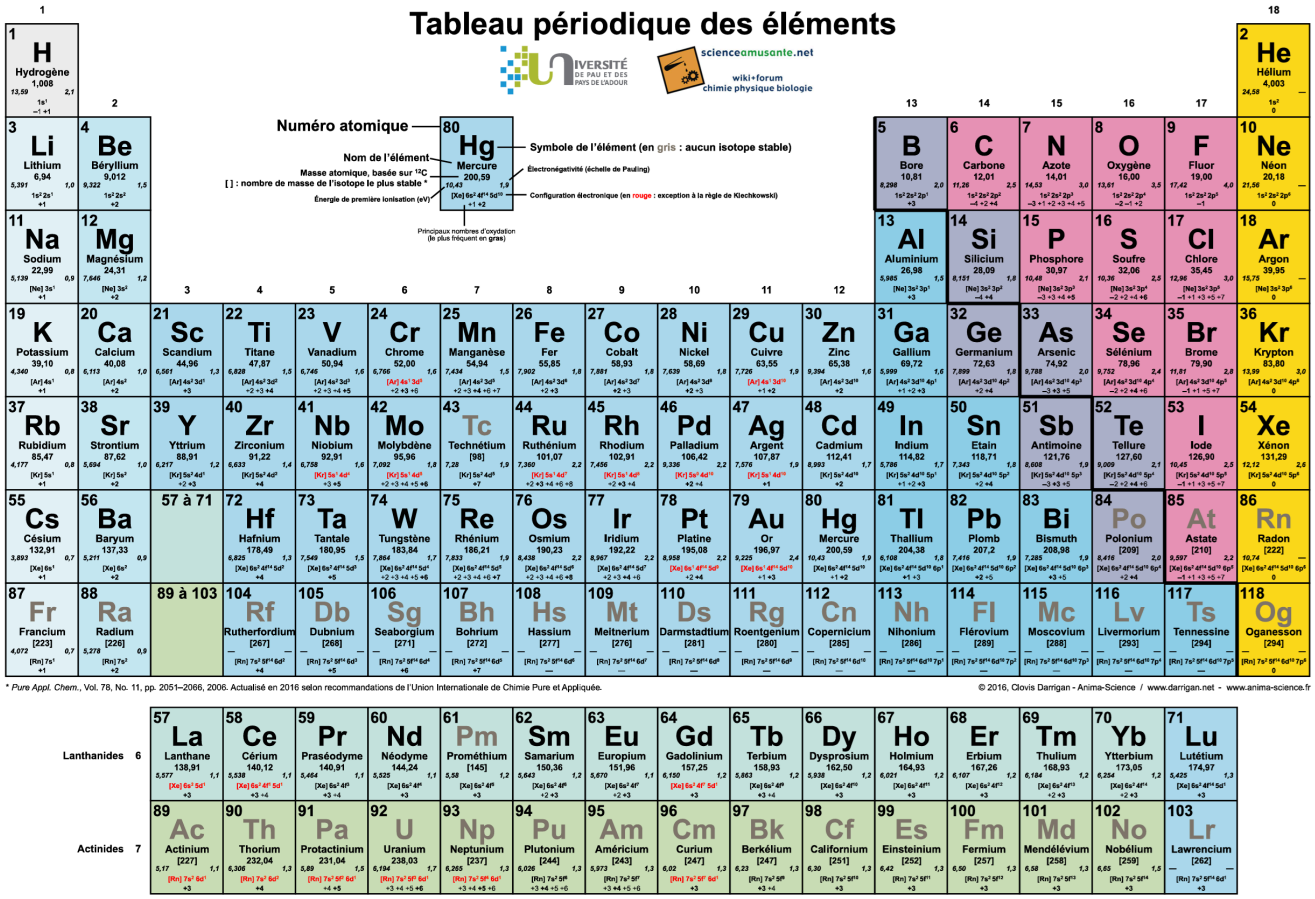
Le **numéro atomique Z** est le nombre de protons dans le noyau d'un atome. Il identifie l'élément chimique.

Dans le tableau périodique, Z est indiqué pour chaque élément :

```
┌──────────────┐
│      6       │  ← Numéro atomique Z
│              │
│      C       │  ← Symbole de l'élément
│              │
│   Carbone    │  ← Nom de l'élément
│    12,0      │  ← Masse atomique
└──────────────┘
```

**Exemples :**

| Élément | Symbole | Z | Nombre de protons | Nombre d'électrons (atome neutre) |
|---|---|---|---|---|
| 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 |




# Document 3 – Les électrons de valence

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

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

Les électrons de la **couche externe** (la plus éloignée du noyau) sont appelés **électrons de valence**. Ce sont eux qui participent aux réactions chimiques.

**Astuce :** Dans le tableau périodique, le numéro de la **colonne** (pour les colonnes 1, 2 et 13-18) indique le nombre d'électrons de valence :

| Colonne | Électrons de valence | Exemples |
|---|---|---|
| 1 | 1 | H, Li, Na, K |

| Colonne | Électrons de valence | Exemples |
|---|---|---|
| 2 | 2 | Mg, Ca |
| 13 | 3 | Al |
| 14 | 4 | C, Si |
| 15 | 5 | N, P |
| 16 | 6 | O, S |
| 17 | 7 | F, Cl, Br, I |
| 18 | 8 (ou 2 pour He) | He, Ne, Ar |

# Document 4 – Formation des ions

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

| Type d'ion | Formation | Charge | Exemple |
|---|---|---|---|
| **Cation** | Perte d'électrons | Positive (+) | $Na^+$, $Ca^{2+}$ |
| **Anion** | Gain d'électrons | Négative (−) | $Cl^-$, $O^{2-}$ |

**Pourquoi les atomes forment-ils des ions ?**

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

**Exemple 1 : Le sodium (Na)**

```
Na (Z = 11)                    Na⁺
11 protons, 11 électrons  →    11 protons, 10 électrons
Couches : K² L⁸ M¹             Couches : K² L⁸
        ↓                              ↓
    1 e⁻ de valence           Configuration du néon (stable)

    PERD 1 électron → devient CATION Na⁺
```

**Exemple 2 : Le chlore (Cl)**

```
Cl (Z = 17)                    Cl⁻
17 protons, 17 électrons  →    17 protons, 18 électrons
Couches : K² L⁸ M⁷             Couches : K² L⁸ M⁸
        ↓                              ↓
    7 e⁻ de valence           Configuration de l'argon (stable)

    GAGNE 1 électron → devient ANION Cl⁻
```

# Document 5 – Règle d'électroneutralité

Un **composé ionique** est toujours **électriquement neutre** : la somme des charges positives est égale à la somme des charges négatives.

$$\boxed{\text{Somme des charges positives} + \text{Somme des charges négatives} = 0}$$

**Exemple 1 : Chlorure de sodium NaCl**

- $Na^+$ : charge +1
- $Cl^-$ : charge −1
- Bilan : (+1) + (−1) = 0 ✓

**Exemple 2 : Chlorure de calcium $CaCl_2$**

- $Ca^{2+}$ : charge +2
- $Cl^-$ : charge −1
- Il faut **2 ions $Cl^-$** : (+2) + 2×(−1) = 0 ✓

**Méthode pour trouver la formule :** On croise les charges (sans le signe).

```
Ca²⁺   Cl⁻
  \   /
   \ /
    X
   / \
  /   \
 2     1      →    CaCl₂
```

## Document 6 – Ions courants en cosmétique

| Ion | Formule | Nom INCI associé | Rôle en cosmétique |
|---|---|---|---|
| Sodium | $Na^+$ | Sodium... | Conservateurs, tensioactifs |
| Potassium | $K^+$ | Potassium... | Régulateurs, émollients |
| Calcium | $Ca^{2+}$ | Calcium... | Reminéralisant, durcisseur |
| Magnésium | $Mg^{2+}$ | Magnesium... | Actif, stabilisant |
| Chlorure | $Cl^-$ | ...Chloride | Sel, ajusteur de viscosité |
| Hydroxyde | $OH^-$ | ...Hydroxide | Ajusteur de pH (bases) |
| Hydronium | $H_3O^+$ | – | Responsable de l'acidité |

# 🔬 Travail 0 – Identifier les entités chimiques

1. Classer chaque espèce dans la bonne catégorie : **atome / ion / molécule / composé ionique**.

| Espèce | Catégorie |
|---|---|
| $H_2O$ | |
| $Na^+$ | |
| $Cl^-$ | |
| $Cl_2$ | |
| $CO_2$ | |
| NaCl | |

2. Expliquer en 2–3 lignes ce qui permet de distinguer un **ion** d'une **molécule**.
(Indice : charge électrique / neutralité globale.)

# 🔬 Travail 1 – Structure de l'atome

## 1.1 – Composition des atomes

À l'aide du **Document 2** et du tableau périodique, complétez le tableau :

| Élément | Symbole | Numéro atomique Z | Nombre de protons | Nombre d'électrons (atome neutre) |
|---|---|---|---|---|
| Hydrogène | H | | | |
| Carbone | C | | | |
| Azote | N | | | |
| Oxygène | O | | | |
| Sodium | Na | | | |
| Soufre | S | | | |
| Chlore | Cl | | | |
| Calcium | Ca | | | |

## 1.2 – Questions de compréhension

1. Quelle particule détermine l'identité d'un élément chimique ?

2. Pourquoi un atome est-il électriquement neutre ?

3. Où se trouvent les protons ? Et les électrons ?

# 📊 Travail 2 – Électrons de valence et formation des ions

> 🎯 **Compétence E2 : Mobiliser** – Utiliser le tableau périodique.

## 2.1 – Électrons de valence

À l'aide du **Document 3**, déterminez le nombre d'électrons de valence :

| Élément | Colonne | Électrons de valence |
|---|---|---|
| Sodium (Na) | 1 | |
| Magnésium (Mg) | 2 | |
| Oxygène (O) | 16 | |
| Chlore (Cl) | 17 | |
| Potassium (K) | 1 | |
| Calcium (Ca) | 2 | |

## 2.2 – Formation des cations

Les éléments des colonnes 1 et 2 **perdent** leurs électrons de valence pour former des **cations**.

Complétez le tableau :

| Atome | Électrons de valence | Électrons perdus | Ion formé | Configuration atteinte |
|---|---|---|---|---|
| Na (Z=11) | 1 | 1 | $Na^+$ | Comme Ne |
| Mg (Z=12) | 2 | | | Comme Ne |
| K (Z=19) | 1 | | | Comme Ar |
| Ca (Z=20) | | | | |

## 2.3 – Formation des anions

Les éléments des colonnes 16 et 17 **gagnent** des électrons pour former des **anions**.

Complétez le tableau :

| Atome | Électrons de valence | Électrons à gagner | Ion formé | Configuration atteinte |
|---|---|---|---|---|
| Cl (Z=17) | 7 | 1 | $Cl^-$ | Comme Ar |
| O (Z=8) | 6 | | | Comme Ne |
| S (Z=16) | | | | |
| Br (Z=35) | 7 | | | Comme Kr |

## 2.4 – Question de synthèse

Expliquez en 2-3 lignes pourquoi le sodium forme un ion $Na^+$ et non $Na^-$.

# 🧮 Travail 3 – Électroneutralité et composés ioniques

> 🎯 **Compétence E2 : Appliquer** – Utiliser la règle d'électroneutralité.

## 3.1 – Vérifier l'électroneutralité

Pour chaque composé, vérifiez que la somme des charges est nulle :

| Composé | Ions | Calcul des charges | Électroneutre ? |
|---|---|---|---|
| NaCl | $Na^+ + Cl^-$ | (+1) + (−1) = 0 | ☑ Oui |
| KBr | $K^+ + Br^-$ | | ☐ Oui ☐ Non |
| $MgCl_2$ | $Mg^{2+} + 2\ Cl^-$ | | ☐ Oui ☐ Non |
| CaO | $Ca^{2+} + O^{2-}$ | | ☐ Oui ☐ Non |

| Composé | Ions | Calcul des charges | Électroneutre ? |
|---|---|---|---|
| $Na_2S$ | $2\ Na^+ + S^{2-}$ | | ☐ Oui ☐ Non |

## 3.2 – Écrire des formules ioniques

En utilisant la méthode du croisement des charges, écrivez les formules des composés ioniques suivants :

| Cation | Anion | Formule du composé |
|---|---|---|
| $Na^+$ | $Cl^-$ | NaCl |
| $Ca^{2+}$ | $Cl^-$ | |
| $Na^+$ | $O^{2-}$ | |
| $Mg^{2+}$ | $O^{2-}$ | |
| $K^+$ | $S^{2-}$ | |
| $Ca^{2+}$ | $S^{2-}$ | |

## 3.3 – Application cosmétique

Le **chlorure de magnésium** ($MgCl_2$) est utilisé dans certains soins comme actif reminéralisant.

1. Identifiez les ions présents dans ce composé :

- Cation : _____ (charge : _____)
- Anion : _____ (charge : _____)

2. Vérifiez l'électroneutralité du composé $MgCl_2$ :

# 📈 Travail 4 – Ions et mesures en contrôle qualité

> 🎯 **Compétence E2 : Interpréter** – Relier l'échelle microscopique aux mesures.

## 4.1 – Le pH et les ions

1. Quel ion est responsable de l'acidité d'une solution ?

2. Quel ion est responsable de la basicité d'une solution ?

3. Quand on mesure le pH d'une lotion, que mesure-t-on réellement à l'échelle microscopique ?

## 4.2 – La conductivité et les ions

Une solution conduit le courant électrique si elle contient des **ions mobiles**.

1. Pourquoi l'eau pure ne conduit-elle quasiment pas le courant ?

2. Pourquoi l'eau salée (NaCl dissous) conduit-elle le courant ?

3. En contrôle qualité, on mesure parfois la conductivité d'une eau de rinçage. Que cherche-t-on à vérifier ?

## 4.3 – Application : lecture d'une liste INCI

Voici un extrait de liste INCI d'une lotion tonique :

> *Aqua, Glycerin,* ***Sodium Benzoate****,* ***Potassium Sorbate****, Citric Acid,* ***Sodium Chloride***

1. Identifiez les composés ioniques (soulignez-les dans la liste ci-dessus).

2. Pour le **Sodium Chloride** (NaCl), indiquez :

- Le cation présent : _____
- L'anion présent : _____

3. Ces composés ioniques contribuent-ils à la conductivité de la lotion ? Justifiez.

# 🔄 Travail 5 – Exercice de synthèse (niveau E2)

> 🎯 **Compétence E2 : Argumenter et Communiquer**

## Situation professionnelle

Le laboratoire reçoit une **eau déminéralisée** pour la fabrication des cosmétiques. Avant utilisation, on effectue deux contrôles :

| Contrôle | Spécification | Résultat |
|---|---|---|
| pH | 6,5 à 7,5 | 7,0 |
| Conductivité | < 5 µS/cm | 2,3 µS/cm |

Une eau du robinet a typiquement une conductivité de 200 à 800 µS/cm.

## Questions

**5.1** L'eau déminéralisée est-elle conforme ? Justifiez.

**5.2** Expliquez pourquoi la conductivité de l'eau déminéralisée est beaucoup plus faible que celle de l'eau du robinet. Utilisez le vocabulaire : *ions, dissous, conduire*.

**5.3** Pourquoi utilise-t-on de l'eau déminéralisée plutôt que de l'eau du robinet pour fabriquer des cosmétiques ? Proposez au moins 2 raisons.

# 🚀 Travail 6 – Approfondissement (pour aller plus loin)

> ⚡ Ce travail est **facultatif**.

## Les ions polyatomiques

Certains ions sont formés de **plusieurs atomes** liés entre eux. On les appelle **ions polyatomiques**.

| Ion | Formule | Nom INCI | Utilisation |
|---|---|---|---|
| Hydroxyde | $OH^-$ | ...Hydroxide | Ajusteur de pH |
| Sulfate | $SO_4^{2-}$ | ...Sulfate | Tensioactifs (SLS) |
| Phosphate | $PO_4^{3-}$ | ...Phosphate | Tampons, émulsifiants |
| Nitrate | $NO_3^-$ | ...Nitrate | Conservateurs |
| Carbonate | $CO_3^{2-}$ | ...Carbonate | Effervescents, pH |
| Citrate | $C_6H_5O_7^{3-}$ | ...Citrate | Tampons, chélateurs |

## Questions

1. Écrivez la formule du **sulfate de sodium** ($Na_2SO_4$) et vérifiez l'électroneutralité.

2. Le **Sodium Lauryl Sulfate** (SLS) contient l'ion $Na^+$. Pourquoi ce tensioactif augmente-t-il la conductivité d'une solution ?

3. L'acide citrique (Citric Acid) peut former l'ion citrate $C_6H_5O_7^{3-}$. Écrivez la formule du **citrate de calcium**.

# ✍️ Synthèse personnelle (entraînement E2 – 5 à 7 lignes)

> 🎯 **Compétence E2 : Communiquer**

Rédigez un **court paragraphe** expliquant ce qu'est un ion, comment il se forme, et pourquoi les ions sont importants en contrôle qualité cosmétique.

**Votre synthèse doit contenir :**

- La définition d'un ion (atome ayant gagné ou perdu des électrons)
- La distinction cation/anion
- Le lien avec les mesures de pH et de conductivité
- Un exemple d'application cosmétique

**Mots obligatoires à placer :**
*atome – électron – ion – cation – anion – charge – pH – conductivité*

# 🏆 Mes réussites aujourd'hui

Avant de passer à l'auto-évaluation, prenez un moment pour reconnaître vos progrès !

**Cochez ce que vous avez réussi à faire :**

| Réussite | ✓ |
|---|---|
| J'ai compris la structure de l'atome (protons, électrons) | ☐ |
| Je sais utiliser le tableau périodique pour trouver Z | ☐ |
| Je sais trouver le nombre d'électrons de valence | ☐ |
| Je distingue cation (+) et anion (−) | ☐ |
| Je sais écrire la formule d'un composé ionique | ☐ |
| Je comprends le lien entre ions et mesures de CQ | ☐ |

💡 **Chaque case cochée est une victoire !** Vous avez fait le lien entre l'infiniment petit (atomes) et vos mesures quotidiennes (pH, conductivité).

# ✅ Auto-évaluation

Avant de rendre votre travail, vérifiez :

| Critère | ✓ |
|---|---|
| Je connais les particules de l'atome et leurs charges | ☐ |
| Je sais que nombre de protons = Z = nombre d'électrons (atome neutre) | ☐ |
| Je sais qu'un cation est positif (perte $e^-$) et un anion négatif (gain $e^-$) | ☐ |
| Je sais appliquer la règle d'électroneutralité | ☐ |
| Je comprends pourquoi les ions sont importants pour le pH et la conductivité | ☐ |
| J'ai rédigé ma synthèse avec les mots obligatoires | ☐ |

# 🔗 Pour la suite de la progression

Dans les **séances suivantes**, vous découvrirez :

- **S12** : Stabilité chimique – Représentations de Lewis
- **S13** : Interactions moléculaires et pénétration cutanée

# 🔧 Outils méthodologiques associés

➡️ **Fiche méthode 01 – Justifier une réponse scientifique (O.A.C.J.)**

➡️ **Fiche méthode 05 – Lire le tableau périodique**

# 📺 Pour réviser en vidéo

🎬 **Structure de l'atome – Lumni** – 4 min
*Protons, neutrons, électrons expliqués simplement.*

🎬 **Le tableau périodique – C'est pas sorcier** – 6 min
*Comprendre l'organisation du tableau de Mendeleïev.*

🎬 **Ions et composés ioniques** – 5 min
*Formation des ions et électroneutralité.*

💡 **Conseil** : Ces notions reviendront tout au long de l'année. Prenez le temps de bien les comprendre maintenant !