

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.

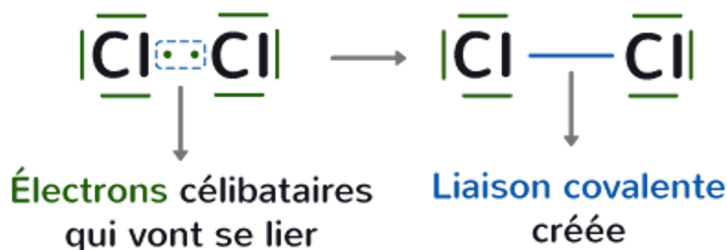
Un nouveau technicien vous demande :

« 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 ? »

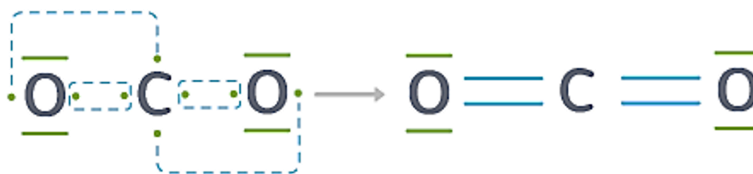
Pour lui répondre, vous devez comprendre ce que sont les **ions** et d'où ils viennent.

Documents fournis

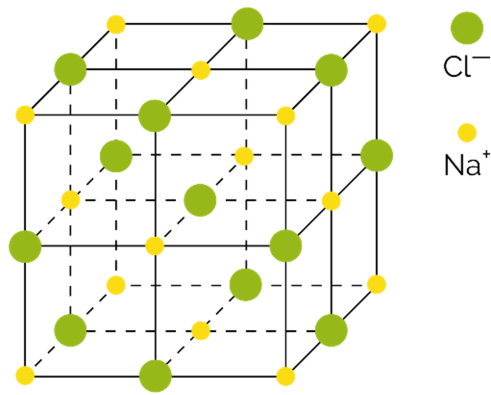
Document 0 – Exemples d'espèces chimiques (repères visuels)



Dichlore Cl_2 : exemple de molécule



Dioxyde de carbone CO_2 : exemple de molécule

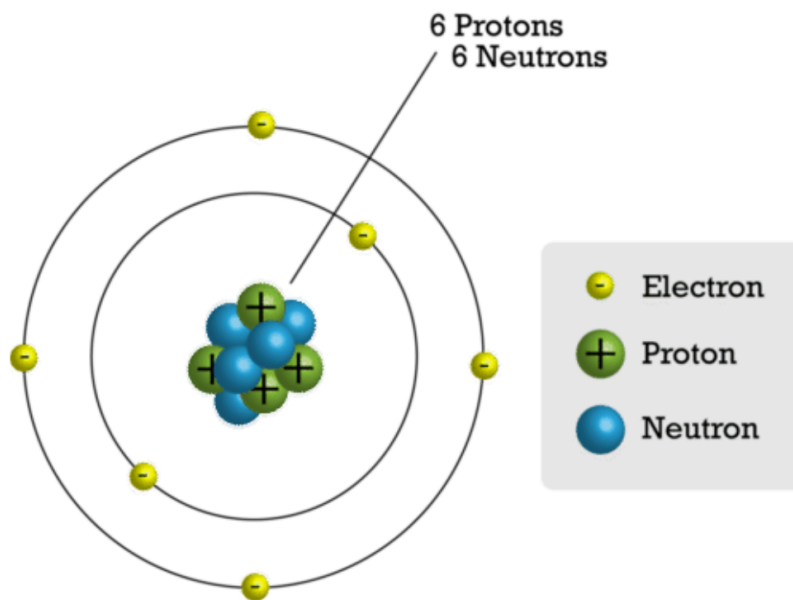


NaCl : exemple de composé ionique (association d'ions)

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.

Atome neutre : nombre de protons = 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

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] 4s² 3d¹

+3

22

Ti

Titane

47,87

[Ar] 4s² 3d²

+2 +3 +4

23

V

Vanadium

50,94

[Ar] 4s² 3d³

+2 +3 +4 +5

24

Cr

Chrome

52,00

[Ar] 4s¹ 3d⁵

+2 +3 +4 +5 +6

25

Mn

Manganèse

54,94

[Ar] 4s² 3d⁵

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

26

Fe

Fer

55,85

[Ar] 4s² 3d⁶

+2 +3 +4 +5 +6

27

Co

Cobalt

58,93

[Ar] 4s² 3d⁷

+2 +3 +4 +5 +6

28

Ni

Nickel

58,69

[Ar] 4s² 3d⁸

+2 +3 +4 +5 +6

29

Cu

Cuivre

63,55

[Ar] 4s¹ 3d¹⁰

+1 +2

30

Zn

Zinc

65,38

[Ar] 4s² 3d¹⁰

+2

31

Ga

Gallium

69,72

[Ar] 4s² 3d¹⁰ 4p¹

+3

32

Ge

Germanium

72,63

[Ar] 4s² 3d¹⁰ 4p²

+2 +4

33

As

Arsenic

74,92

[Ar] 4s² 3d¹⁰ 4p³

+3 +5

34

Se

Sélénium

78,96

[Ar] 4s² 3d¹⁰ 4p⁴

+2 +4 +6

35

Br

Brome

79,90

[Ar] 4s² 3d¹⁰ 4p⁵

+1 +3 +5 +7

36

Kr

Krypton

83,80

[Ar] 4s² 3d¹⁰ 4p⁶

0

37

Rb

Rubidium

85,47

[Kr] 5s¹

+1

38

Sr

Strontium

87,62

[Kr] 5s²

+2

39

Y

Yttrium

88,91

[Kr] 5s² 4d¹

+3

40

Zr

Zirconium

91,22

[Kr] 5s² 4d²

+2 +3 +4

41

Nb

Niobium

92,91

[Kr] 5s¹ 4d⁴

+3 +5

42

Mo

Molybdène

95,94

[Kr] 5s¹ 4d⁵

+2 +3 +4 +5 +6

43

Tc

Technétium

98

[Kr] 5s² 4d⁵

+4 +7

44

Ru

Ruthénium

101,07

[Kr] 5s¹ 4d⁶

+2 +3 +4 +5 +6

45

Rh

Rhodium

102,91

[Kr] 5s¹ 4d⁸

+3 +4

46

Pd

Palladium

106,42

[Kr] 5s⁰ 4d¹⁰

+2 +4

47

Ag

Argent

107,87

[Kr] 5s¹ 4d¹⁰

+1

48

Cd

Cadmium

112,41

[Kr] 5s² 4d¹⁰

+2

49

In

Indium

114,82

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p¹

+3

50

Sn

Étain

118,71

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p²

+2 +4

51

Sb

Antimoine

121,76

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p³

+3

52

Te

Tellure

127,60

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p⁴

+2 +4 +6

53

I

Iode

126,90

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p⁵

+1 +3 +5 +7

54

Xe

Xénon

131,29

[Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p⁶

0

55

Cs

Césium

132,91

[Xe] 6s¹

+1

56

Ba

Baryum

137,33

[Xe] 6s²

+2

57 à 71

Lanthanides

</

* 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

57 La Lanthane 138,91 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	58 Ce Cérium 140,12 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	59 Pr Praséodyme 140,91 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	60 Nd Néodyme 144,24 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	61 Pm Prométhium [145] [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	62 Sm Samarium 150,36 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	63 Eu Europium 151,96 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	64 Gd Gadolinium 157,25 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	65 Tb Terbium 158,93 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	66 Dy Dysprosium 162,50 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	67 Ho Holmium 164,93 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	68 Er Erbium 167,26 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	69 Tm Thulium 168,93 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	70 Yb Ytterbium 173,05 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3	71 Lu Lutérium 174,97 [Xe] 5s ² 5d ¹ 1,3
89 Ac Actinium [227] [Rn] 7s ² 5f ¹ 1,3	90 Th Thorium 232,04 [Rn] 7s ² 5f ¹ 1,3	91 Pa Protactinium 231,04 [Rn] 7s ² 5f ² 1,3	92 U Uranium 238,03 [Rn] 7s ² 5f ³ 1,3	93 Np Neptunium [237] [Rn] 7s ² 5f ⁴ 1,3	94 Pu Plutonium [244] [Rn] 7s ² 5f ⁶ 1,3	95 Am Américium [243] [Rn] 7s ² 5f ⁷ 1,3	96 Cm Curium [247] [Rn] 7s ² 5f ⁸ 1,3	97 Bk Berkélium [247] [Rn] 7s ² 5f ⁹ 1,3	98 Cf Californium [251] [Rn] 7s ² 5f ¹⁰ 1,3	99 Es Einsteinium [252] [Rn] 7s ² 5f ¹¹ 1,3	100 Fm Fermium [257] [Rn] 7s ² 5f ¹² 1,3	101 Md Mendélévium [258] [Rn] 7s ² 5f ¹³ 1,3	102 No Nobélium [259] [Rn] 7s ² 5f ¹⁴ 1,3	103 Lr Lawrencium [262] [Rn] 7s ² 5f ¹⁴ 1,3

Tableau périodique : Z (numéro atomique) + colonne (électrons de valence)

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
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

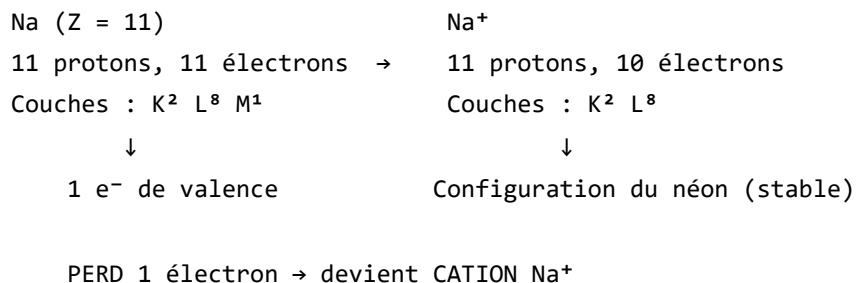
Un **ion** est un atome (ou groupe d'atomes) qui a **gagné** ou **perdu** un ou plusieurs électrons.

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)



Exemple 2 : Le chlore (Cl)

Cl ($Z = 17$)		Cl^-
17 protons, 17 électrons	→	17 protons, 18 électrons
Couches : $K^2 L^8 M^7$		Couches : $K^2 L^8 M^8$
↓		↓
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.

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

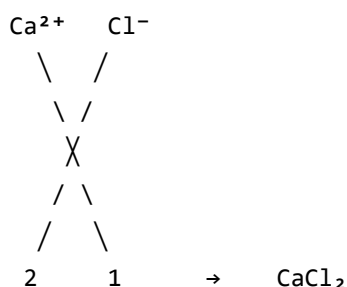
Exemple 1 : Chlorure de sodium NaCl

- Na^+ : charge +1
- Cl^- : charge -1
- Bilan : $(+1) + (-1) = 0 \checkmark$

Exemple 2 : Chlorure de calcium CaCl_2

- Ca^{2+} : charge +2
- Cl^- : charge -1
- Il faut **2 ions Cl^-** : $(+2) + 2 \times (-1) = 0 \checkmark$

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



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	<input checked="" type="checkbox"/> Oui
KBr	K ⁺ + Br ⁻		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
MgCl ₂	Mg ²⁺ + 2 Cl ⁻		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
CaO	Ca ²⁺ + O ²⁻		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

Composé	Ions	Calcul des charges	Électroneutre ?
Na ₂ S	2 Na ⁺ + S ²⁻		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> 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** (MgCl₂) 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 MgCl₂ :



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 :

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 $\mu\text{S/cm}$	2,3 $\mu\text{S/cm}$

Une eau du robinet a typiquement une conductivité de 200 à 800 $\mu\text{S/cm}$.

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	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$...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 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$. 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)	<input type="checkbox"/>
Je sais utiliser le tableau périodique pour trouver Z	<input type="checkbox"/>
Je sais trouver le nombre d'électrons de valence	<input type="checkbox"/>
Je distingue cation (+) et anion (–)	<input type="checkbox"/>
Je sais écrire la formule d'un composé ionique	<input type="checkbox"/>
Je comprends le lien entre ions et mesures de CQ	<input type="checkbox"/>

💡 **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	<input type="checkbox"/>
Je sais que nombre de protons = Z = nombre d'électrons (atome neutre)	<input type="checkbox"/>
Je sais qu'un cation est positif (perte e^-) et un anion négatif (gain e^-)	<input type="checkbox"/>
Je sais appliquer la règle d'électroneutralité	<input type="checkbox"/>
Je comprends pourquoi les ions sont importants pour le pH et la conductivité	<input type="checkbox"/>
J'ai rédigé ma synthèse avec les mots obligatoires	<input type="checkbox"/>

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 !