Leçon 2 : atomes et ions

Objectifs :

- *Connaître les grands noms de la découverte de l'atome ;*
- *Connaître la structure des atomes et leur composition, savoir ce qui détermine le nom d'un atome ;*
- *Savoir ce qu'est un ion et savoir établir sa formule chimique ou sa composition.*
- *Connaître la formule chimique de quelques ions ; savoir ce qu'est une solution ionique ;*

- Connaître les tests de reconnaissance des ions métalliques et de l'ion chlorure.

I) Les atomes :

A) Historique de la découverte de l'atome :

Voici trois vidéos :

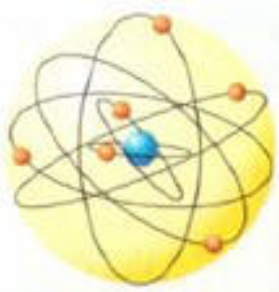
A voir obligatoirement https://www.youtube.com/watch?v=GFswMotPhIY&t=45s

Vidéo de 7 min, CEA https://www.youtube.com/watch?v=fhaZeqzTVjo

Vidéo de 42 min, C'est pas sorcier https://www.youtube.com/watch?v=hxMNJ6-8n5c



Modèle de Thomson



Modèle de Rutherford



Modèle de Bohr



Modèle de Schrödinger

B) Structure de l'atome :

- Il est constitué d'un noyau autour duquel tournent des électrons.
- Sa dimension est de 0,1 nanomètre, soit 10^{-10} m. L'atome (dans son ensemble) est 100 000 fois plus gros que son noyau.
- Entre le noyau et les électrons, il y a du vide. L'atome est donc essentiellement constitué de vide : on dit qu'il a une structure lacunaire.

1) Le noyau :

- Sa dimension est de 1 femtomètre, soit 10^{-15} m. Le noyau de l'atome est 100 000 fois plus petit que l'atome lui-même.
- Il est composé de protons et de neutrons. Les protons et les neutrons s'appellent des nucléons, puisqu'ils constituent le noyau *(noyau/nucléaire/nucléon : même famille).*
- Chaque nucléon est environ 2000 fois plus lourd qu'un électron. Le noyau contient donc presque toute la masse de l'atome.
- Chaque proton porte une charge électrique élémentaire positive (+).
- Les neutrons ne portent pas de charge électrique.

- Le nombre de protons contenus dans le noyau est appelé « numéro atomique » et est noté « Z ».
- Le nombre de nucléons (ensemble des protons et des neutrons) est appelé « nombre de masse » et est noté « A ».

C'est le nombre de protons contenus dans le noyau, c'est-à-dire le numéro atomique Z, qui détermine le nom de l'atome.

Exemples : Z = 6 → atome de carbone (6 protons) ; Z = 8 → atome d'oxygène (8 protons)

2) Les électrons :

- Ils sont tous identiques (indiscernables).
- Ils sont très légers (environ 2000 fois plus légers que les protons et les neutrons).

Chaque électron porte une charge élémentaire négative (-).

3) Charge électrique d'un atome :

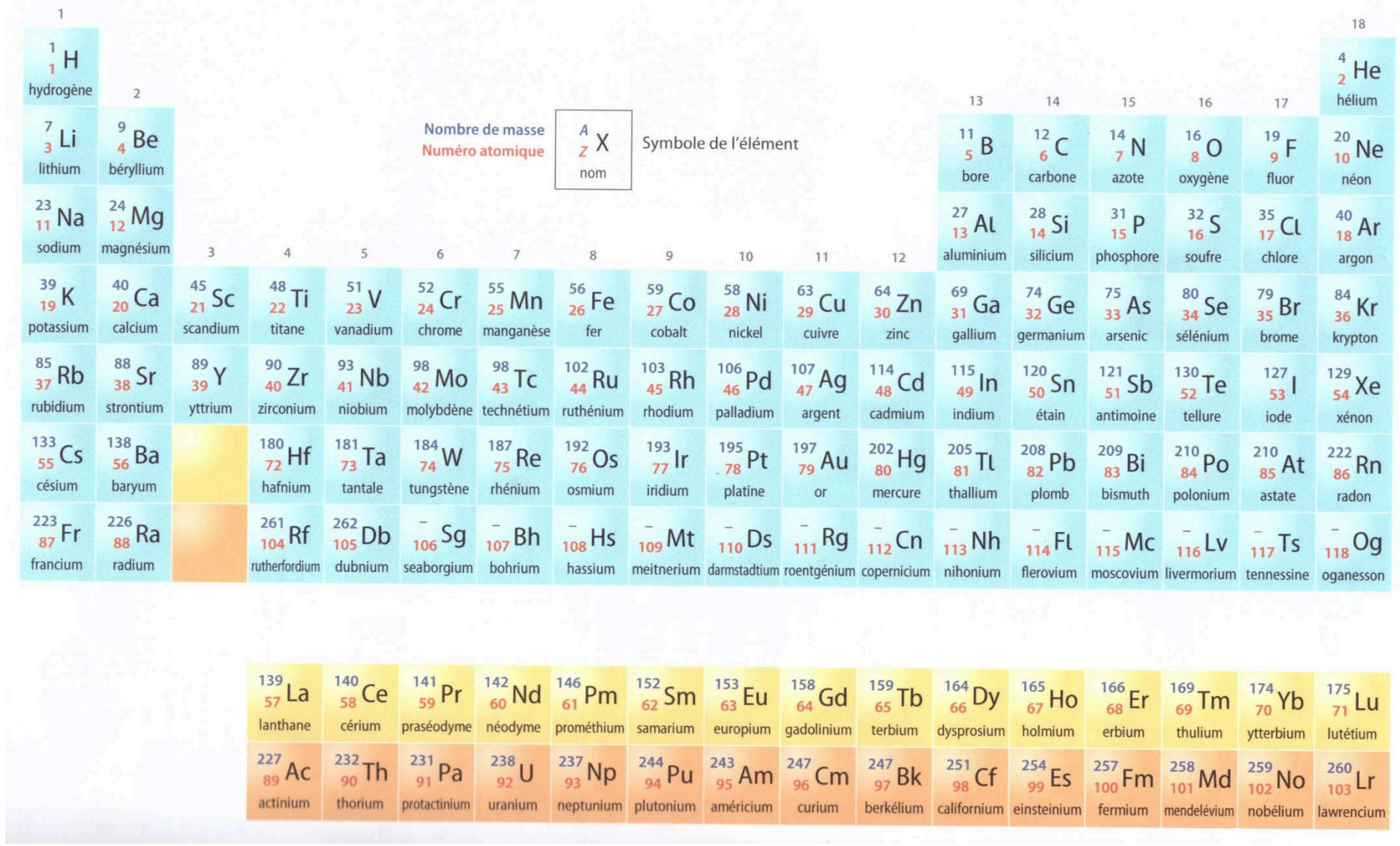
Dans un atome, il y a toujours autant de protons (+) dans le noyau que d'électrons (-) qui tournent autour du noyau.

Par conséquent, un atome est toujours électriquement neutre *(sa charge est nulle).*

Notation d'un atome : ${}^{A}_{Z}X$

Exemples : ${}^{27}_{13}Al$ ${}^{12}_{6}C$

Classification périodique des éléments



Savez-vous la leçon ?

1) Quelle est la dimension d'un atome ?
2) Quelle est la dimension du noyau d'un atome ?
3) Quel est le nom des particules qui tournent autour du noyau ? Quel est le signe de leur charge ?
4) Quel est le nom des particules chargées contenues dans le noyau d'un atome ? Quel est le signe de leur charge ?
5) Quel est le nom des particules non chargées situées à l'intérieur du noyau d'un atome ?
6) Quel nom général donne-t-on à l'ensemble des constituants du noyau d'un atome ?
7) Qu'y a-t-il entre le noyau et les particules qui tournent autour du noyau ?
8) Lorsqu'on étudie les atomes, on utilise la lettre Z. Complétez la phrase suivante :

Z est le …… …….. . Cette lettre représente le nombre de …… contenus dans le …… .

9) Lorsqu'on étudie les atomes, on utilise la lettre A. Complétez la phrase suivante :

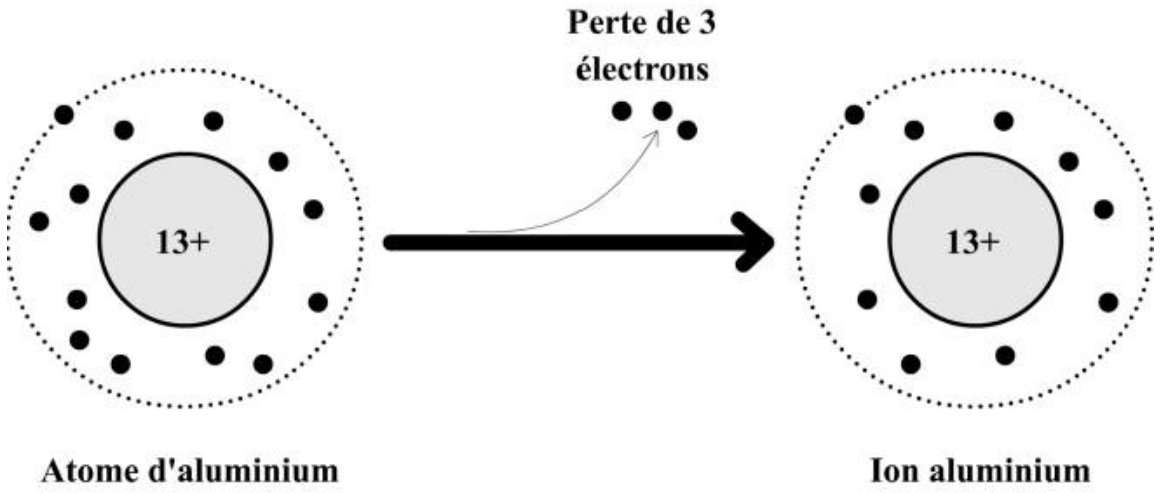
A est le …….. . Cette lettre représente le nombre de …… contenus dans le …… .

10) Que peut-on dire de la charge électrique globale d'un atome ? Donnez la charge globale puis expliquez la conséquence de cette règle en faisant référence au nombre des différentes particules chargées présentes dans un atome.
11) L'atome de phosphore est noté $^{31}_{15}P$. Donnez sa constitution complète (nombre des 3 types de particules qu'il contient).

II) Les ions :

A) Définition :

On appelle ion tout atome (ou groupement d'atomes) qui a « gagné » ou « perdu » un ou plusieurs électrons.



B) Comment trouver la formule d'un ion?

Exemple de l'ion oxygène qui contient 8 protons et 10 électrons

1) Faire la somme algébrique des charges :

(+ nombre de protons) + (- le nombre d'électrons) = un nombre qui peut varier de -6 à +6, mais n'est jamais égal à 0 (sinon on a affaire à un atome).

Ici, pour l'ion oxygène (+8) + (-10) = - 2

protons électrons

2) Placer le résultat de la somme algébrique des charges en haut à droite du symbole de l'atome, en inversant l'ordre de la charge et du signe.

Ici, le symbole de l'atome est : O

La formule de l'ion est donc : O^{2-}

3) Si le résultat de la somme algébrique des charges est +1 ou -1, on n'écrit pas le 1 dans la formule de l'ion (il est sous-entendu), on n'écrit que le signe + ou -. Exemple : Ion sodium : formule Na^{+} et non Na^{1+}

Un peu d'entraînement !

Rappel :

Somme algébrique des charges : (+ nombre de protons) + (- nombre d'électrons) = charge de l'ion

Exercice n°1 : Trouver la formule d'un ion

1) En vous aidant de votre classification périodique, indiquez le nombre de protons contenus dans l'atome d'oxygène, ainsi que son nombre d'électrons.

2) En s'ionisant, l'atome d'oxygène gagne deux électrons.

a)Combien l'ion oxygène contient-il de protons et d'électrons ?

b) Après avoir fait la somme algébrique des charges pour l'ion oxygène, donnez sa formule.

Exercice n°2 : Trouver la formule d'un ion

Exercice non guidé

En s'ionisant, l'atome de magnésium Mg perd deux électrons.

Donner la formule de l'ion magnésium.

Exercice guidé

En s'ionisant, l'atome de magnésium Mg perd deux électrons.

1) Combien y a-t-il de protons et d'électrons dans l'atome de magnésium ?
2) Combien y a-t-il de protons et d'électrons dans l'ion magnésium ?
3) Faites la somme algébrique des charges pour l'ion.
4) Donner la formule de l'ion.

Exercice n°3 : Trouver le nombre d'électrons

L'ion bromure a pour formule Br^-.

1) Combien de protons le noyau de l'ion bromure contient-il ?

2) Faites la somme algébrique des charges pour cet ion. Combien d'électrons contient-il ?

Exercice n°4 : Trouver le nombre d'électron

Certains pansements pour brûlures contiennent des ions argent, Ag^+, qui ont des propriétés antibactériennes et cicatrisantes.

1) L'atome d'argent contient 47 protons. Combien l'ion argent possède –t-il de protons ?

2) Faites la somme algébrique des charges pour l'ion argent, connaissant sa formule. Combien d'électrons cet ion contient-il ?

3) Comment l'ion argent s'est-il formé à partir de l'atome d'argent ? (L'atome a-t-il gagné ou perdu un électron pour devenir un ion ?)

4) Compléter :

Un ion est positif s'il a ……..un ou plusieurs …… .

Un ion est négatif s'il a ……un ou plusieurs …… .

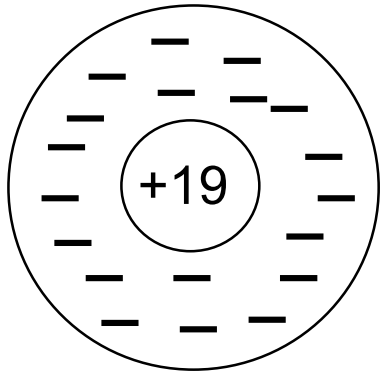
Exercice n°5 : Charge et formule de quelques ions

Complétez le tableau (correction à la fin du diaporama)

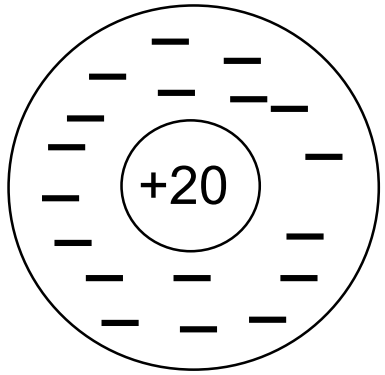
Nom	Nombre de protons	Nombre d'électrons	Charge de l'ion	Formule
Ion fluorure	9		-1	F^-
Ion zinc		28		
Ion Fer II	26		+2	Fe^{2+}
Ion cuivre II	29	27		
Ion ……		10	+3	
Ion hydrogène		0		

Exercice n°6 : L'ion potassium (correction à la fin du diaporama)

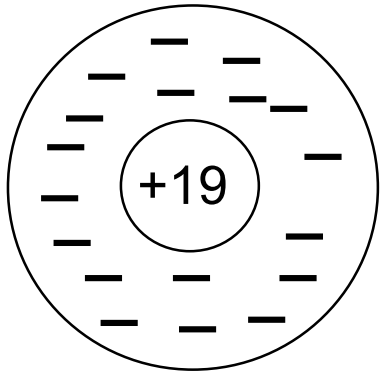
Les ions potassium K^+ présents dans de nombreux fruits, viandes et poissons contribuent au bon fonctionnement des muscles. Trois élèves ont représenté cet ion.



Représentation de Lina



Représentation de Enzo



Représentation de Carine

1) Quelle est la bonne représentation ? Compléter le texte.

La bonne représentation est celle de …… . En effet, le potassium a pour numéro atomique Z = …, ce qui signifie que son noyau contient … ……. . Comme la formule de l'ion est K^+ , cela signifie que l'atome …….. …. …… en s'ionisant. L'ion contient donc …… ……

2) Quelles erreurs ont été commises par les deux autres élèves ?

Exercice n°7 : Les ions formés de groupes d'atomes.

Complétez le tableau (correction à la fin du diaporama)

Nom de l'ion	Formule	Composition en atomes (nom et nombre d'atomes)	Charge de l'ion	Nombre d'électrons en excès ou en défaut
Hydrogéno-carbonate	HCO_3^-			
Nitrate		Un atome d'azote Trois atomes d'oxygène		Un électron excédentaire
Zinc	Zn^{2+}			
Sulfate		Un atome de soufre Quatre atomes d'oxygène	-2	

Liste d'ions à connaître par cœur

Nom de l'ion	Formule chimique
Ion chlorure	Cl^-
Ion sulfate	SO_4^{2-}
Ion permanganate	MnO_4^-
Ion nitrate	NO_3^-
Ion hydroxyde	HO^-
Ion hydrogénocarbonate	HCO_3^-

Les anions (ions négatifs)

Nom de l'ion	Formule chimique
Ion hydrogène	H^+
Ion sodium	Na^+
Ion calcium	Ca^{2+}
Ion zinc	Zn^{2+}
Ion argent	Ag^+
Ion aluminium	Al^{3+}
Ion cuivre	Cu^{2+}
Ion fer II (ferreux)	Fe^{2+}
Ion fer III (ferrique)	Fe^{3+}

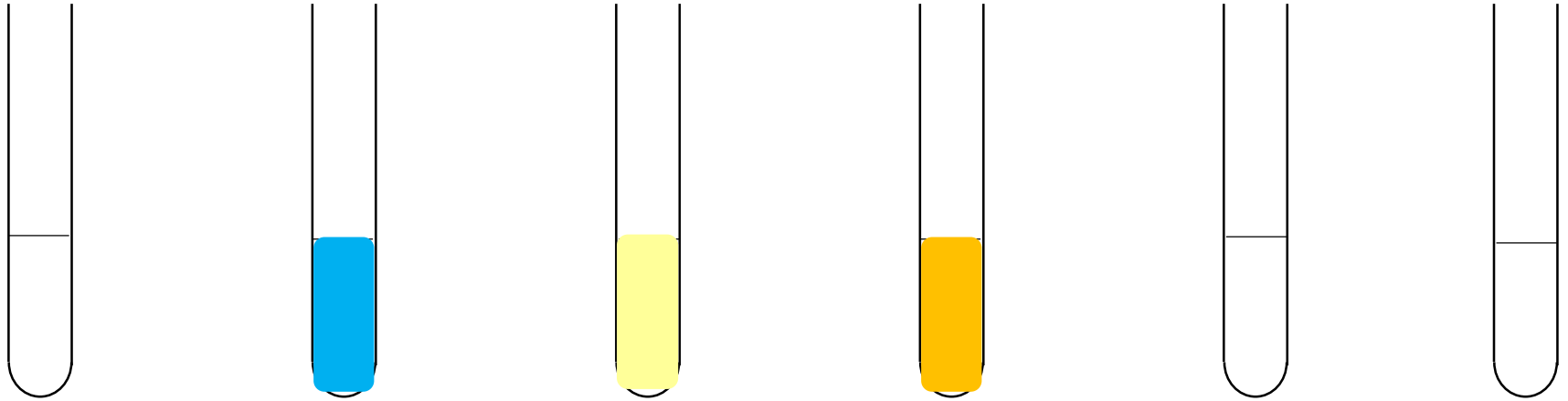
Les cations (ions positifs)

III) Test d'identification des ions métalliques et de l'ion chlorure:

Nous allons apprendre à reconnaître les ions grâce à la couleur de leur solution et à la couleur des précipités qu'ils peuvent former lorsqu'on ajoute certains liquides.

La soude, ou hydroxyde de sodium, que nous allons utiliser est un produit très corrosif (il ronge) et extrêmement dangereux pour les yeux. Nous porterons donc des lunettes de protection .

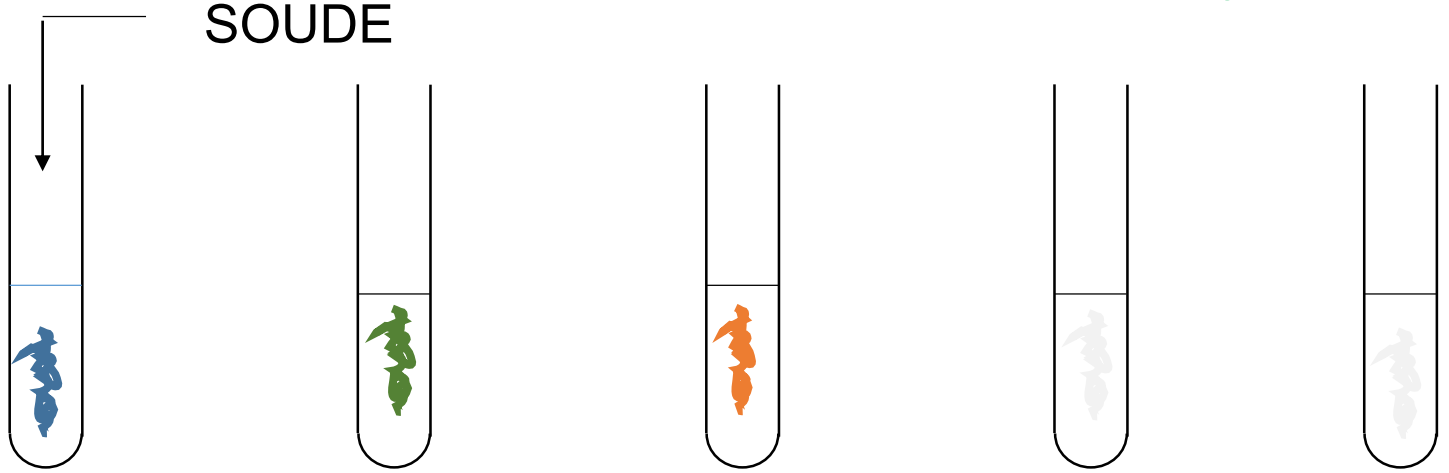
A) Observons la **couleur des solutions** :



Ions contenus dans la solution	Ion chlorure Cl^-	Ion cuivre Cu^{2+}	Ion fer II Fe^{2+}	Ion fer III Fe^{3+}	Ion aluminium Al^{3+}	Ion zinc Zn^{2+}
Couleur de la solution	incolore	bleue	jaune	orangée	incolore	incolore

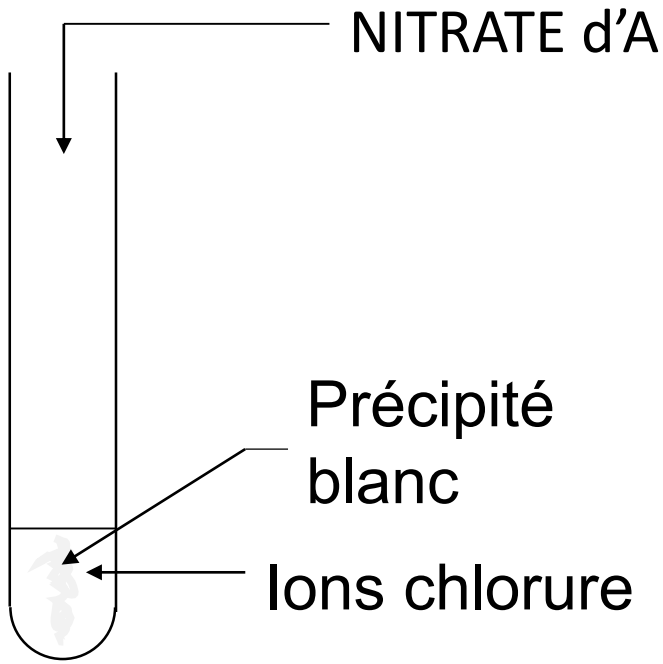
B) Observons la **couleur du solide** qui se forme (précipité) lorsqu'on verse une solution **d'hydroxyde de sodium (ou soude)** dans les solutions contenant les **ions métalliques:**

Versons dans chaque tube quelques gouttes de solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + OH^-$).
Observons la couleur du solide qui se forme.



Ions contenus dans la solution	Ion cuivre	Ion fer II	Ion fer III	Aluminium	Zinc
Couleur du précipité	bleue	verdâtre	rouille	blanc	blanc

C) Observons la **couleur du solide** qui se forme (précipité) lorsqu'on verse une solution de **nitrate d'argent** dans la solution contenant les **ions chlorure**:



Il se forme un précipité blanc.

Si on le laisse à la lumière du soleil, ce précipité noircit .

V) Les solutions ioniques :

Tout liquide qui contient des ions est appelé « solution ionique ».

Exemples : eau de mer, eau minérale, sulfate de cuivre, soude, ….

Une solution ionique est toujours électriquement neutre.

Le nombre de charges positives portées par les cations est donc égal au nombre de charges négatives portées par les anions.

Exemples :

- *solution de chlorure de sodium (solution d'eau salée) : ($Na^+ + Cl^-$)*
- *Solution de sulfate de cuivre : ($Cu^{2+} + SO_4^{2-}$) (Il y a autant d'ions Cu^{2+} que d'ions SO_4^{2-}).*
- *Solution de chlorure de fer II : ($Fe^{2+} + 2\ Cl^-$) (Il y a 2 fois plus de Cl^- que de Fe^{2+}).*
- *Solution de sulfate de fer III : ($2\ Fe^{3+} + 3\ SO_4^{2-}$) (Il y a 2 ions Fe^{3+} pour 3 ions SO_4^{2-}).*

L'eau pure ne conduit pas le courant électrique (solution isolante).

Grâce aux ions qu'elles contiennent, les solutions ioniques sont conductrices du courant électrique.

Correction des exercices 5, 6 et 7 sur les ions :

Correction du n°5 :

Pour l'ion fluorure : (+9) + (- ?) = -1 donc il y a 10 électrons.

Pour l'ion zinc : On sait qu'il y a 30 protons. (+30)+(-28)=+2. La charge est +2 et la formule Zn^{2+}.

Pour l'ion fer : (+26)+(- ?) = +2 donc il y a 24 électrons.

Pour l'ion cuivre II : (+29)+(-27) = +2. La charge est +2 et la formule Cu^{2+}.

Pour l'ion inconnu : (+ ?) + (-10) = +3. Il faut donc 13 protons. C'est l'ion d'aluminium Al^{3+}.

Pour l'ion hydrogène : Il a 1 proton. (+1)+(-0) = +1. La charge est +1 et la formule H^{+}.

Nom	Nombre de protons	Nombre d'électrons	Charge de l'ion	Formule
Ion fluorure	9	10	-1	F^-
Ion zinc	30	28	+2	Zn^{2+}
Ion Fer II	26	24	+2	Fe^{2+}
Ion cuivre II	29	27	+2	Cu^{2+}
Ion aluminium	13	10	+3	Al^{3+}
Ion hydrogène	1	0	+1	H^+

Correction du n°6 :

1) Quelle est la bonne représentation ? Expliquez.

La bonne représentation est celle de **Carine** . En effet, le potassium a pour numéro atomique **Z=19**, ce qui signifie que son noyau contient **19 protons** . Comme la formule de l'ion est K^+ , cela signifie que l'atome **a perdu un électron** en s'ionisant. L'ion contient donc **18 électrons**.

2) Quelles erreurs ont été commises par les deux autres élèves ?

- **Lina** a représenté **l'atome de potassium (19 protons et 19 électrons).**
- **Enzo** a représenté **l'ion calcium Ca^{2+} (20 protons et 18 électrons).**

Correction du n°7 :

Nom de l'ion	Formule	Composition en atomes (nom et nombre d'atomes)	Charge de l'ion	Nombre d'électron en excès ou en défaut
Hydrogéno-carbonate	HCO_3^-	1 atome d'hydrogène 1 atome de carbone 3 atomes d'oxygène	-1	Un électron en excès
Nitrate	NO_3^-	Un atome d'azote Trois atomes d'oxygène	-1	Un électron excédentaire
Zinc	Zn^{2+}	Un atome de zinc	+2	Deux électrons en défaut
Sulfate	SO_4^{2-}	Un atome de soufre Quatre atomes d'oxygène	-2	Deux électrons en excès