



Chapitre 2

Des atomes aux ions :

émergence du concept d'élément chimique

L'**objectif** de ce chapitre est de poursuivre la compréhension de la structure microscopique de la matière en étudiant, après les atomes, les ions monoatomiques. Ceci conduit ensuite au concept d'élément chimique.

A partir de la question « Qu'est-ce qui fait que certains ions existent et d'autres pas ? », on peut dégager des règles pour l'existence (ou non) des ions.

Activité 1 : Les ions monoatomiques

- 1) Quelle est la caractéristique principale d'un ion ?
- 2) Quelle est la propriété supplémentaire d'un ion **monoatomique** ?
- 3) Entourer le symbole d'un ion monoatomique dans la liste figurant sur l'étiquette d'eau minérale ci-contre.

Minéralisation caractéristique		
Calcium	Ca ²⁺	96,00 mg/l
Magnésium	Mg ²⁺	6,10 mg/l
Sodium	Na ⁺	10,60 mg/l
Potassium	K ⁺	3,70 mg/l
Bicarbonate	HCO ₃ ⁻	297 mg/l
Sulfate	SO ₄ ²⁻	9,30 mg/l
Nitrate	NO ₃ ⁻	<2 mg/l
Chlorure	Cl ⁻	22,60 mg/l
Résidus secs à 180°C = 349 mg/l		
Droogresten op 180°C = 349 mg/l		

Chapitre 2 - Activité 1 - suite

Modèle de l'ion monoatomique

- 1- Les entités chimiques qui ne diffèrent d'un atome que par leur nombre d'électrons sont appelés **ions monoatomiques** et sont chargés électriquement :
un ion chargé positivement s'appelle un **cation**, un ion chargé négativement s'appelle un **anion**.
- 2- La charge de l'ion est indiquée en nombre de charge élémentaire : en excès pour les cations (+, 2+, 3+) ou en défaut pour les anions (-, 2-, 3-).
- 3- Un ion monoatomique a pratiquement la même masse que l'atome dont il provient.

On donne les représentations des noyaux ci-dessous :

Noyau de	sodium	chlore	magnésium	fer
représentation	${}^{23}_{11}\text{Na}$	${}^{37}_{17}\text{Cl}$	${}^{24}_{12}\text{Mg}$	${}^{56}_{26}\text{Fe}$

- 4) Entourer ou surligner les ions monoatomiques sur l'étiquette d'eau minérale ci-dessus.
- 5) A partir des énoncés du modèle et les données ci-dessus, remplir le tableau

	Nombre de protons	Charge du noyau	Nombre d'électrons	Charge du nuage électronique	Charge de l'atome ou de l'ion	Symbole	Anion	Cation
Atome de sodium								
Ion sodium				-10e				
Ion chlorure		17e				(utiliser l'étiquette)		
Ion magnésium					2e			
Ion ferreux ou ion fer II			24					
Ion ferrique ou ion fer III						Fe ³⁺		

- 6) À l'aide du simulateur "entités chimiques", vérifier vos réponses pour au moins l'atome de sodium, l'ion sodium et l'ion chlorure, et pour toutes les entités du tableau si vous en avez le temps.



Modèle de l'élément chimique

- 1- Un élément chimique est un ensemble qui regroupe les différentes sortes d'atomes et d'ions monoatomiques ayant un même nombre de protons Z . Un élément chimique est donc un **concept** caractérisé par son numéro atomique Z .
- 2- On représente un élément chimique par un **symbole** écrit à l'aide d'une majuscule parfois suivie d'une minuscule que l'on retrouve dans les symboles des atomes et des ions appartenant à cet élément chimique.
- 3- Au cours d'une transformation chimique il y a **conservation des éléments chimiques, donc des noyaux**.

Activité 2 : Élément chimique

A l'aide des énoncés précédents et d'une classification périodique, répondre aux questions suivantes :

On considère ci-dessous les couples (Z ; A) de 10 noyaux différents.

1) Trouver le nom et le symbole de l'élément correspondant dans la classification périodique.

couples (Z ; A)	(34 ; 82)	(82 ; 206)	(6 ; 14)	(16 ; 34)	(8 ; 16)	(16 ; 32)	(6 ; 12)	(82 ; 210)	(34 ; 78)	(36 ; 82)
Nom										
Symbole										

- 2) Entourer dans le tableau les isotopes (une couleur pour chaque couple d'isotopes).
- 3) Parmi les symboles des éléments suivants, barrer ceux qui sont incorrects et les rectifier en écrivant le bon symbole en dessous : Cu ; NA ; he ; aU ; c ; Ag ; Ca ; FE ; K

4) On considère cinq entités microscopiques dont on donne les compositions. Compléter le tableau ci-dessous.

		Élément chimique	Symbole de l'élément	Symbole de l'entité microscopique
29 protons + 34 neutrons + 27 électrons	<input type="checkbox"/> atome <input type="checkbox"/> ion			
29 protons + 34 neutrons + 25 électrons	<input type="checkbox"/> atome <input type="checkbox"/> ion			
53 protons + 74 neutrons + 54 électrons	<input type="checkbox"/> atome <input type="checkbox"/> ion			
13 protons + 14 neutrons + 10 électrons	<input type="checkbox"/> atome <input type="checkbox"/> ion			
36 protons + 48 neutrons + 36 électrons	<input type="checkbox"/> atome <input type="checkbox"/> ion			

Lire le modèle du cortège électronique : structure électronique

Activité 3 : Structure électronique de quelques atomes

- 1) Donner la structure électronique de l'atome de néon ($Z=10$), la couche externe et le nombre d'électrons périphériques.
- 2) Donner la structure électronique de l'atome de carbone ($Z=6$), la couche externe et le nombre d'électrons périphériques.
- 3) Donner la structure électronique de l'ion potassium K^+ ($Z=19$). Quel atome a la même structure électronique que l'ion potassium ?
- 4) Même question pour l'ion magnésium Mg^{2+} ($Z=12$) et pour l'ion chlorure Cl^- ($Z=17$).

✂-----✂

Activité 4 : Retour sur les ions monoatomiques : comment les trouver ??

Objectif : trouver une règle qui permet de savoir quel ion monoatomique peut donner un atome.

Ceci conduit à deux sous-questions :

- Un atome donné forme-t-il un anion ou un cation ?
- Combien de charges l'ion formé aura-t-il ?

- 1) En observant la structure électronique des ions de l'activité précédente (K^+ , Mg^{2+} et Cl^-), proposer une ou plusieurs "techniques" pour savoir répondre à ces deux questions en disposant du nombre d'électrons de l'atome.
- 2) Appliquer éventuellement ces techniques à l'atome de calcium ($Z=20$) :

L'atome de calcium peut former l'ion

**Activité 4 (suite) Des expériences pour vérifier :****transformation chimique avec le calcium**Protocole

Mettre environ 3 mL d'eau du robinet dans un tube à essai ; reposer le tube sur le porte-tube. Introduire dans le tube un morceau de calcium métallique et boucher le tube. Noter vos observations.

Quand la transformation semble terminée, ou si le bouchon saute du fait de la surpression, approcher une allumette enflammée de l'embouchure du tube à essai. Noter vos observations.

La phénolphtaléine permet de mettre en évidence la présence des ions hydroxydes HO^- .

- Réaliser une expérience qui permet de savoir ce qu'on observe lorsque le test est positif.
- Réaliser une expérience qui permet de savoir si les ions hydroxydes HO^- sont présents à la fin de la transformation avec le calcium.

Schéma de l'expérience :

Schéma de l'expérience :

Observation :

Observation :

Conclusion :

Travail de réflexion :

En chimie, on applique toujours ce principe :

Au cours d'une transformation chimique, les éléments chimiques sont conservés.

- Réécrire cette phrase en adoptant un point de vue microscopique.
- Compléter les cadres suivants :

Formules des espèces chimiques UTILISÉES pour la transformation chimique

Éléments chimiques présents

Formules des espèces chimiques FORMÉES au cours de la transformation chimique

- On utilise aussi un autre principe : *tout échantillon macroscopique reste neutre quelles que soient les transformations chimiques*. Utilisez ce principe pour en déduire si l'atome de calcium forme :
 - un anion
 - un cation.
- Grâce aux étiquettes des eaux minérales disponibles, donner la formule de l'ion formé à partir de l'atome de calcium :

--
- Sachant que pour le calcium $Z=20$, donner la structure électronique de l'atome de calcium. *Indication* : après la couche M, il y a la couche N.

.....
- Donner la structure électronique de l'ion calcium. Comparer la structure électronique de l'ion calcium avec celle de l'atome d'argon.

.....
- Procéder de la même façon pour les ions suivants :

	Structure électronique de l'atome correspondant	Symbole de l'ion	Nombres d'électrons dans l'ion	Structure électronique de l'ion
Ion magnésium ($Z=12$)				
Ion potassium ($Z=19$)				
Ion chlorure ($Z=17$)				

Rappel de l'objectif de l'activité : trouver une règle qui permet de savoir quel est l'ion monoatomique le plus stable qu'un atome donné peut produire.

Synthèse/conclusion : formuler une règle répondant à cet objectif et l'appliquer pour trouver l'ion stable que peut former l'atome de sodium.



Modèle de l'ion monoatomique

- 1- Les entités chimiques qui ne diffèrent d'un atome que par leur nombre d'électrons sont appelés ions monoatomiques et sont chargés électriquement : un ion chargé positivement s'appelle un cation, un ion chargé négativement s'appelle un anion.
- 2- La charge de l'ion est indiquée en nombre de charge élémentaire : en excès pour les cations (+, 2+, 3+) ou en défaut pour les anions (-, 2-, 3-).
- 3- La masse d'un ion monoatomique est pratiquement égale à celle d'un atome ayant le même noyau

Modèle de l'élément chimique

- 1- Un élément chimique est un ensemble qui regroupe les différentes sortes d'atomes et d'ions monoatomiques ayant un même nombre de protons Z . Un élément chimique est donc un concept caractérisé par son numéro atomique Z .
- 2- On représente un élément chimique par un **symbole** écrit à l'aide d'une majuscule parfois suivie d'une minuscule que l'on retrouve dans les symboles des atomes et des ions appartenant à cet élément chimique.
- 3- Au cours d'une transformation chimique il y a **conservation des éléments chimiques, donc des noyaux.**

Modèle du cortège électronique : structure électronique

Champ de validité du modèle : ce modèle est valable pour les entités chimiques comportant **moins de 18 électrons (18 inclus)**.

- 1- Dans un atome ou un ion monoatomique, les électrons se répartissent en « couches » plus ou moins éloignées du noyau. Les électrons les moins liés au noyau se situent sur la couche située la plus loin du noyau dite **couche externe**.

Les électrons de la couche externe sont appelés **électrons périphériques**.

- 2- La couche la plus proche est appelée la couche **K**. La 2^e couche est appelée **L**, la troisième est appelée **M**, etc...

- 3- La **structure électronique** d'un atome ou d'un ion monoatomique est la répartition de ses électrons sur les différentes couches. Cette répartition obéit aux règles suivantes :

- ① Chaque couche ne peut contenir qu'un nombre limité d'électrons :
2 pour la couche K, 8 pour la couche L, 18 pour la couche M.
- ② Les électrons sont répartis dans les couches électroniques dans un ordre précis :
d'abord la couche K, puis la L, puis la M.
- ③ Un électron ne peut être placé dans une couche que si les couches précédentes sont pleines (une couche pleine est dite **saturée**).

- 4- La structure électronique **est notée sous la forme** : $(K)^2(L)^8(M)^7$ par exemple pour 17 électrons.