

I. Qu'est ce qu'un élément chimique ?

1) Définition de l'élément chimique :

Toutes les entités chimiques (atomes, ions) possédant le même numéro atomique Z (ou même nombre Z de protons dans leur noyau) appartiennent au même élément chimique.

Tout élément chimique est représenté par un symbole qui permet de l'identifier.

Exemple :

• L'élément fer (symbole Fe) a pour numéro atomique $Z = 26$ (26 protons dans le noyau). Fe(s) , $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$... et $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$: désignent le même élément chimique sous différentes formes.

• L'espèce chimique cuivre (symbole Cu) est présent dans le Cu métal, l'oxyde de cuivre CuO , l'hydroxyde de cuivre II : Cu(OH)_2 , ...

• Nous connaissons à ce jour 118 éléments. Toutes les espèces chimiques naturelles sont constituées d'un ou de plusieurs éléments dont les numéros varient de 1 (élément hydrogène) à 92 (uranium). Les éléments au-delà de l'uranium ($Z > 92$) sont artificiels.

Chaque élément est représenté par un symbole composé d'une lettre majuscule (ex: élément iode **I**) ou d'une majuscule suivi d'une minuscule (ex : élément magnésium **Mg**).

Voici une première liste des éléments les plus fréquemment rencontrés en chimie à notre niveau :

Nom	Z	Symbole	Nom	Z	Symbole
Hydrogène	1	H	Soufre	16	S
Carbone	6	C	Chlore	17	Cl
Azote	7	N	Fer	26	Fe
Oxygène	8	O	Cuivre	29	Cu
Fluor	9	F	Zinc	30	Zn
Sodium	11	Na	Brome	35	Br
Aluminium	13	Al	Argent	47	Ag

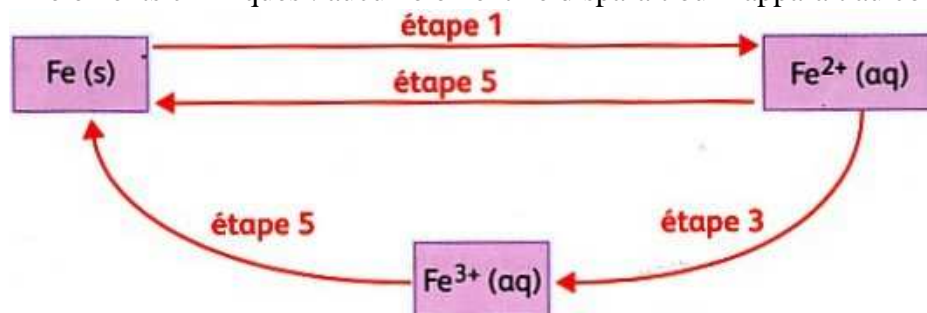
Il n'est pas nécessaire de retenir la valeur de Z correspondant à chaque élément.

2) Conservation des éléments chimiques :

Lors d'une transformation chimique, il y a conservation de tous les éléments mis en jeu.

Les réactions chimiques se font sans apparition ni perte d'éléments. Les éléments mis en jeu présents au début de la transformation se retrouve en fin de transformation. **Il peuvent en revanche changer de forme**, c'est-à-dire qu'un élément se présentant sous forme d'atome isolé peut se transformer en ion ou se combiner (s'assembler) à d'autres atomes et vis versa.

Par conséquent, lors d'une succession de transformations chimiques, il y a toujours conservation des éléments chimiques : aucun élément ne disparaît ou n'apparaît au cours de l'une des transformations.



L'élément fer se conserve au cours de toutes les transformations chimiques.

Ex : Lors de l'étape 1 du TP, le fer Fe(s) réagit avec les ions cuivre II $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$, il se forme des ions fer II $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ et du cuivre solide Cu(s) .

Les éléments fer et cuivre sont conservés lors de cette transformation chimique.

II. Différentes formes d'un élément

1. Les cations et anions monoatomiques :

- Un cation monoatomique est un atome qui a perdu au moins un électron de sa couche externe; c'est un ion chargé positivement.
- Un anion monoatomique est un atome qui a gagné au moins un électron dans sa couche externe; c'est un ion chargé négativement.

Certains ions sont identifiés grâce à des tests caractéristiques.

Exemple : L'ion chlorure Cl^- est obtenu lorsqu'un électron a été gagné par un atome de chlore. Cet ion est un anion. Comment l'identifier ? Il est identifié grâce au test au nitrate d'argent : ce test est positif si un précipité blanc noirissant à la lumière est formé.

Application : L'ion cuivre II est obtenu lorsque 2 électrons de la couche externe sont perdus par un atome de cuivre (de symbole Cu).

Quelles sont la nature et la formule de cet ion ?

Réponse : Comme 2 électrons ont été perdus, l'ion cuivre est un cation portant deux charges.

Il est donc noté Cu^{2+} .

Remarque : L'ion Cu^{2+} forme un précipité bleu en présence d'ions hydroxyde HO^- ; ceci constitue le test d'identification des ions Cu^{2+} .

Quelques ions à connaître

Cations	Anions
Ion sodium Na^+	Ion fluorure F^-
Ion cuivre (II) Cu^{2+}	Ion chlorure Cl^-
Ion fer (II) Fe^{2+}	Ion bromure Br^-
Ion fer (III) Fe^{3+}	Ion iodure I^-
Ion zinc (II) Zn^{2+}	Ion oxyde O^{2-}
Ion argent (I) Ag^+	Ion sulfure S^{2-}
Ion aluminium (III) Al^{3+}	

2. Les isotopes :

	Uranium $Z = 92$		
A	$A = 234$	$A = 235$	$A = 238$
Symbole	${}^{234}_{92}\text{U}$	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{238}_{92}\text{U}$
$N = A - Z$	142	143	146
Abondance	0,006 %	0,720 %	99,274 %

L'élément uranium est caractérisé par le numéro atomique 92.

Le tableau ci-dessus rassemble quelques caractéristiques des 3 sortes de noyaux d'uranium qui existent dans la nature. On note que ces noyaux diffèrent par leur nombre de nucléons et donc de neutrons.

Ils ne sont pas présents sur Terre en même quantité: l'uranium 238 est le plus abondant.

Remarque : L'industrie nucléaire utilise l'uranium 235.

Des noyaux qui appartiennent au même élément chimique mais qui diffèrent par leur nombre de neutrons sont appelés noyaux isotopes.

Autre exemple : il existe 3 isotopes du carbone : les carbones 12 ; 13 et 14. Le diamant constitué uniquement d'atomes de carbone ne contient que l'isotope 12 (98,9%) et le 13 (1,1%).

Le carbone 14, présent dans les animaux et les végétaux permet de dater les objets anciens réalisés à partir de matériaux vivants (bois, tissus ...). Dater un échantillon au carbone 14 consiste à mesurer la teneur en carbone 14 actuelle et de la comparer à celle qu'il avait lors de sa formation. On suppose pour cela que la teneur en carbone 14 est restée constante au cours des 40 000 dernières années.

Cette technique permet de dater le « passé » jusqu'aux environs de 45 000 ans avant J.C.

Application : Écrire les notations symboliques des noyaux isotopes de l'oxygène ($Z = 8$) sachant que leur nombre de neutrons varie de 8 à 10.

III. Règle du « duet » et règle de « l'octet »

1 Cas particulier des gaz nobles :

L'hélium He ($Z=2$), le néon Ne ($Z=10$) et l'argon Ar ($Z=18$) sont des éléments qui n'existent sur Terre que sous la forme d'atomes isolés. Ce sont des gaz qui ne réagissent pas ; ils sont qualifiés de « nobles ».

Leur inertie chimique est due au fait que leur couche externe contient un nombre particulier d'électrons.

- La structure électronique de l'hélium est $(K)^2$: la couche externe contient 2 électrons (un duet d'électrons).
- La structure électronique du néon est $(K)^2(L)^8$ et celle de l'argon $(K)^2(L)^8(M)^8$: la couche externe contient chaque fois 8 électrons (un octet d'électrons).

Application : Quelle est la structure électronique des 3 premiers gaz nobles : He ; Ne ; Ar. Quelle règle est appliquée ?

2. Énoncé des règles :

Dans des conditions chimiques données, les atomes et ions autres que les gaz « nobles » se transforment en espèces chimiques de plus grande inertie. Ils obéissent à deux règles.

Au cours de leurs transformations chimiques, les atomes et les ions évoluent de manière à avoir :

- **2 électrons sur la couche externe pour les atomes de numéro atomique inférieur ou égal à 4 ; c'est la règle du « duet » ;**
- **8 électrons sur la couche externe pour les atomes de numéro atomique Z supérieur à 4 : c'est la règle de l'octet.**

3. Application aux ions monoatomiques :

Afin de satisfaire les règles du « duet » et de l'octet, les atomes peuvent perdre des électrons et devenir des cations ou bien gagner des électrons et devenir des anions.

Exemple. La structure électronique de l'atome de sodium ($Z=11$) est $(K)^2(L)^8(M)^1$.

Afin de satisfaire à la règle de l'octet, le sodium perd un électron et se transforme en ion Na^+ , de configuration électronique $(K)^2(L)^8$: sa couche externe (L) contient un octet d'électrons. L'élément sodium a alors acquis une inertie chimique.

Application : 1) Quelle est la structure électronique et la formule de l'ion oxyde, sachant que le numéro atomique de l'élément oxygène est $Z = 8$?

2) Quelle est la structure électronique et la formule de l'ion lithium ($Z = 3$)

3) Quelle est la structure électronique et la formule de l'ion chlorure ($Z = 17$)

Exercices p : 176 et p : 177 . Ch 11. L'ELEMENT CHIMIQUE

1. Mots manquants

- élément chimique ; numéro atomique
- conservation ; éléments chimiques
- numéro atomique ; nombre de neutrons
- du « duet » ; de l'octet
- cation
- anion

2. QCM

- Par gain d'un électron sur sa couche externe.
- Sont des noyaux isotopes.
- 17 protons et 36 nucléons.
- L'atome de néon.
- L'ion Mg^{2+} .
- L'ion F^- .
- Respectivement un cation et un anion.

3. Correction des symboles

4. Transformation chimique ou non ?

5. Quel gaz ?

6. La formule de la molécule d'eau est H_2O : les éléments en fin de transformation sont donc H et O. On écrit le bilan des éléments en début et en fin de transformation :

Éléments en début de transformation : H et O

Éléments en fin de transformation : H et O

Conclusion : il y a bien eu conservation en éléments au cours de cette transformation chimique.

Différentes formes d'un élément

7.

Atome	Mg	I	S	Fe
Perd / Gagne des électrons	perd	gagne	gagne	perd
Nombre d'électrons perdus ou gagnés	2	1	2	3
Formule de l'ion	Mg^{2+}	I^-	S^{2-}	Fe^{3+}
Nature	cation	anion	anion	cation

L'ion sodium et l'ion oxyde :

8.

Atome	Formule de l'ion	Nature de l'ion
Sodium	Na^+	cation
Oxygène	O^{2-}	anion

9. Isotopes :

Les noyaux ${}^6_{12}C$; ${}^6_{13}C$; ${}^6_{14}C$ sont isotopes. D'autre part, les noyaux ${}^7_{13}N$; ${}^7_{14}N$ sont isotopes.

10. Noyaux isotopes du magnésium :

11. Noyaux isotopes du silicium :

${}^{14}_{28}Si$; ${}^{14}_{29}Si$; ${}^{14}_{30}Si$; ${}^{14}_{31}Si$.

I. Qu'est ce qu'un élément chimique ?

1) Définition de l'élément chimique :

Toutes les entités chimiques (atomes, ions)

Exemple :

• L'élément fer (symbole Fe) a pour numéro atomique $Z = 26$ (26 protons dans le noyau). Fe(s) , $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$... et $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$: désignent le même élément chimique sous différentes formes.

• L'espèce chimique cuivre (symbole Cu) est présent dans le Cu métal, l'oxyde de cuivre CuO , l'hydroxyde de cuivre II : Cu(OH)_2 , ...

• Nous connaissons à ce jour éléments. Toutes les espèces chimiques naturelles sont constituées d'un ou de plusieurs éléments dont les numéros varient de 1 (élément hydrogène) à 92 (uranium). Les éléments au-delà de l'uranium ($Z > 92$) sont artificiels.

Chaque élément est représenté par un symbole composé d'une lettre majuscule (ex: élément iode **I**) ou d'une majuscule suivi d'une minuscule (ex : élément magnésium **Mg**).

Voici une première liste des éléments les plus fréquemment rencontrés en chimie à notre niveau :

Nom	Z	Symbole	Nom	Z	Symbole
Hydrogène	1		Soufre	16	
Carbone	6		Chlore	17	
Azote	7		Fer	26	
Oxygène	8		Cuivre	29	
Fluor	9		Zinc	30	
Sodium	11		Brome	35	
Aluminium	13		Argent	47	

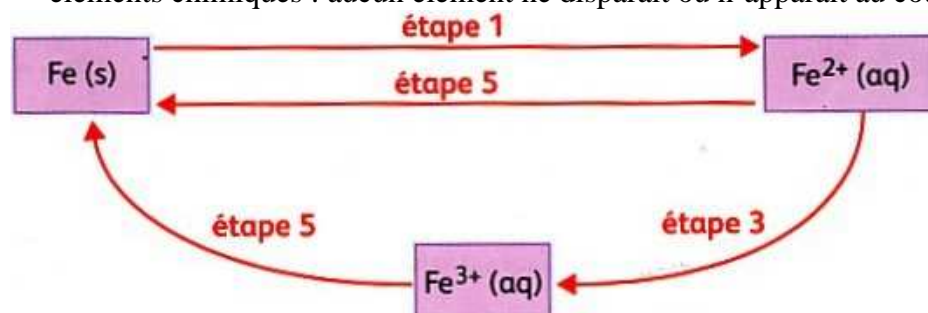
Il n'est pas nécessaire de retenir la valeur de Z correspondant à chaque élément.

2) Conservation des éléments chimiques :

Lors d'une transformation chimique, il y a ...

Les réactions chimiques se font sans apparition ni perte d'éléments. Les éléments mis en jeu présents au début de la transformation se retrouve en fin de transformation. Ils peuvent en revanche changer de forme, c'est-à-dire qu'un élément se présentant sous forme d'atome isolé peut se transformer en ion ou se combiner (s'assembler) à d'autres atomes et vis versa.

Par conséquent, lors d'une succession de transformations chimiques, il y a toujours conservation des éléments chimiques : aucun élément ne disparaît ou n'apparaît au cours de l'une des transformations.



L'élément fer se conserve au cours de toutes les transformations chimiques.

Ex : Lors de l'étape 1 du TP, le fer Fe(s) réagit avec les ions cuivre II $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$, il se forme des ions fer II $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ et du cuivre solide Cu(s) .

Les éléments fer et cuivre sont conservés lors de cette transformation chimique.

II. Différentes formes d'un élément

1. Les cations et anions monoatomiques :

- Un cation monoatomique est un atome qui a perdu au moins un électron de sa couche externe; c'est un ion chargé positivement.
- Un anion monoatomique est un atome qui a gagné au moins un électron dans sa couche externe; c'est un ion chargé négativement.

Certains ions sont identifiés grâce à des tests caractéristiques.

Exemple : L'ion chlorure Cl^- est obtenu lorsqu'un électron a été gagné par un atome de chlore. Cet ion est un anion. Comment l'identifier ? Il est identifié grâce au test au nitrate d'argent : ce test est positif si un précipité blanc noirissant à la lumière est formé.

Application : L'ion cuivre II est obtenu lorsque 2 électrons de la couche externe sont perdus par un atome de cuivre (de symbole Cu).

Quelles sont la nature et la formule de cet ion ?

Réponse :

Quelques ions à connaître

Cations	Anions
Ion sodium Na^+	Ion fluorure F^-
Ion cuivre (II) Cu^{2+}	Ion chlorure Cl^-
Ion fer (II) Fe^{2+}	Ion bromure Br^-
Ion fer (III) Fe^{3+}	Ion iodure I^-
Ion zinc (II) Zn^{2+}	Ion oxyde O^{2-}
Ion argent (I) Ag^+	Ion sulfure S^{2-}
Ion aluminium (III) Al^{3+}	

2. Les isotopes :

Uranium Z = 92			
A	A = 234	A = 235	A = 238
Symbole	${}^{234}_{92}\text{U}$	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{238}_{92}\text{U}$
N = A - Z	142	143	146
Abondance	0,006 %	0,720 %	99,274 %

L'élément uranium est caractérisé par le numéro atomique 92.

Le tableau ci-dessus rassemble quelques caractéristiques des 3 sortes de noyaux d'uranium qui existent dans la nature. On note que ces noyaux diffèrent par leur nombre de nucléons et donc de neutrons.

Ils ne sont pas présents sur Terre en même quantité: l'uranium 238 est le plus abondant.

Remarque : L'industrie nucléaire utilise l'uranium 235.

Autre exemple : il existe 3 isotopes du carbone : les carbones 12 ; 13 et 14. Le diamant constitué uniquement d'atomes de carbone ne contient que l'isotope 12 (98,9%) et le 13 (1,1%).

Le carbone 14, présent dans les animaux et les végétaux permet de dater les objets anciens réalisés à partir de matériaux vivants (bois, tissus ...). Dater un échantillon au carbone 14 consiste à mesurer la teneur en carbone 14 actuelle et de la comparer à celle qu'il avait lors de sa formation. On suppose pour cela que la teneur en carbone 14 est restée constante au cours des 40 000 dernières années.

Cette technique permet de dater le « passé » jusqu'aux environs de 45 000 ans avant J.C.

Application : Écrire les notations symboliques des noyaux isotopes de l'oxygène (Z= 8) sachant que leur nombre de neutrons varie de 8 à 10.

III. Règle du « duet » et règle de « l'octet »

1 Cas particulier des gaz nobles :

L'hélium He ($Z=2$), le néon Ne ($Z=10$) et l'argon Ar ($Z=18$) sont des éléments qui n'existent sur Terre que sous la forme d'atomes isolés. Ce sont des gaz qui ne réagissent pas ; ils sont qualifiés de « nobles ».

Leur inertie chimique est due au fait que leur couche externe contient un nombre particulier d'électrons.

- La structure électronique de l'hélium est $(K)^2$: la couche externe contient 2 électrons (un duet d'électrons).
- La structure électronique du néon est $(K)^2(L)^8$ et celle de l'argon $(K)^2(L)^8(M)^8$: la couche externe contient chaque fois 8 électrons (un octet d'électrons).

Application : Quelle est la structure électronique des 3 premiers gaz nobles : He ; Ne ; Ar. Quelle règle est appliquée ?

2. Énoncé des règles :

Dans des conditions chimiques données, les atomes et ions autres que les gaz « nobles » se transforment en espèces chimiques de plus grande inertie. Ils obéissent à deux règles.

Au cours de leurs transformations chimiques, les atomes et les ions évoluent de manière à avoir :

- électrons sur la couche externe pour les atomes de numéro atomique inférieur ou égal à 4 ; c'est la règle du « duet » ;
- ... électrons sur la couche externe pour les atomes de numéro atomique Z supérieur à 4 : c'est la règle

3. Application aux ions monoatomiques :

Afin de satisfaire les règles du « duet » et de l'octet, les atomes peuvent perdre des électrons et devenir des cations ou bien gagner des électrons et devenir des anions.

Exemple. La structure électronique de l'atome de sodium ($Z=11$) est $(K)^2(L)^8(M)^1$.

Afin de satisfaire à la règle de l'octet, le sodium perd un électron et se transforme en ion Na^+ , de configuration électronique $(K)^2(L)^8$: sa couche externe (L) contient un octet d'électrons. L'élément sodium a alors acquis une inertie chimique.

Application : 1) Quelle est la structure électronique et la formule de l'ion oxyde, sachant que le numéro atomique de l'élément oxygène est $Z=8$?

2) Quelle est la structure électronique et la formule de l'ion lithium ($Z=3$)

3) Quelle est la structure électronique et la formule de l'ion chlorure ($Z=17$)

1. Mots manquants

- a. élément chimique ; numéro atomique
- b. conservation ; éléments chimiques
- c. numéro atomique ; nombre de neutrons
- d. du « duet » ; de l'octet
- e. cation
- f. anion

2. QCM

- a. Par gain d'un électron sur sa couche externe.
- b. Sont des noyaux isotopes.
- c. 17 protons et 36 nucléons.
- d. L'atome de néon.
- e. L'ion Mg²⁺.
- f. L'ion F⁻.
- g. Respectivement un cation et un anion.

3. Correction des symboles

4. Transformation chimique ou non ?

5. Quel gaz ?

6. La formule de la molécule d'eau est H₂O : les éléments en fin de transformation sont donc H et O. On écrit le bilan des éléments en début et en fin de transformation :

Éléments en début de transformation : H et O

Éléments en fin de transformation : H et O

Conclusion : il y a bien eu conservation en éléments au cours de cette transformation chimique.

Différentes formes d'un élément

7.

Atome	Mg	I	S	Fe
Perd / Gagne des électrons	perd	gagne	gagne	perd
Nombre d'électrons perdus ou gagnés	2	1	2	3
Formule de l'ion	Mg ²⁺	I ⁻	S ²⁻	Fe ³⁺
Nature	cation	anion	anion	cation

L'ion sodium et l'ion oxyde :

8.

Atome	Formule de l'ion	Nature de l'ion
Sodium	Na ⁺	cation
Oxygène	O ²⁻	anion

9. Isotopes :

Les noyaux ${}^6_{12}\text{C}$; ${}^6_{13}\text{C}$; ${}^6_{14}\text{C}$ sont isotopes. D'autre part, les noyaux ${}^7_{13}\text{N}$; ${}^7_{14}\text{N}$ sont isotopes.

10. Noyaux isotopes du magnésium :

11. Noyaux isotopes du silicium :

${}^{14}_{28}\text{Si}$; ${}^{14}_{29}\text{Si}$; ${}^{14}_{30}\text{Si}$; ${}^{14}_{31}\text{Si}$.