

## Compléments

### Ressources numériques

Dans le manuel numérique enrichi, une version personnalisable de cette activité est proposée en formats .doc, .odt et .rtf.

### Compétence mise en œuvre

- Mettre en œuvre un protocole pour identifier des ions.

### Commentaires sur la stratégie pédagogique proposée

Dans cette activité, nous avons choisi de proposer une démarche d'investigation pour amener les élèves à réinvestir les tests d'identification d'ions déjà réalisés au Collège, en étendant les caractérisations

### Matériel et consommables

Matériel	Consommables (quantités par poste)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des tubes à essais et un porte-tube.</li> <li>• Un bouchon pour les tubes à essais.</li> <li>• Des pipettes plastiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eau de Volvic®, de Vichy St-Yorre® dégazée et d'Hépar® dans des béchers (10 mL).</li> <li>• Solution d'oxalate de sodium à 0,1 mol · L<sup>-1</sup> (15 mL).</li> <li>• Solution de chlorure de baryum à 0,1 mol · L<sup>-1</sup> (15 mL).</li> </ul>

à d'autres ions. Une fiche décrivant les tests réalisables est disponible en fin de manuel, p. 332. Les élèves doivent, à l'examen des documents, déterminer la nature des ions qui leur permettront d'identifier les eaux proposées.

### Conseils

- L'eau gazeuse de Vichy St-Yorre® sera dégazée pour éviter une reconnaissance immédiate. Cela peut se faire par simple agitation de la bouteille, suivie d'un dégazage par ouverture du bouchon. Les tests sont réalisés en tubes à essais, en travaillant sur de faibles volumes (1 mL, c'est-à-dire une hauteur d'environ 1 cm dans le tube à essais).

## Réponses

### Questionnement alternatif

#### Analyse et synthèse

- Quels renseignements apportent les étiquettes des eaux minérales ?
  - Quel autre nom peut-on donner aux « minéraux » évoqués dans les différents textes ?
- Quelles différences existe-t-il entre les eaux minérales du **doc. 2** ?

#### Compétences travaillées

**S'approprier, analyser** • Extraire et exploiter des informations.

**S'approprier** • Identifier un problème, se questionner.

### Solution totale

Les eaux minérales diffèrent par la nature et la concentration des ions qu'elles renferment.

Il est demandé de reconnaître les eaux minérales contenues dans les béchers en réalisant des tests d'identification des ions contenus dans ces eaux, à partir de la fiche 10 (p. 332 du manuel).

Par exemple, les eaux minérales n'ont pas la même concentration en ions sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$  (aq) ou en ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  (aq) : la concentration en ions sulfate de l'eau d'Hépar® est nettement plus grande que celle de l'eau de Vichy St-Yorre®, elle-même plus grande que celle de l'eau de Volvic®. L'eau d'Hépar® contient plus d'ions calcium que l'eau de Vichy St-Yorre®, qui elle-même en contient plus que l'eau de Volvic®. L'eau de Vichy St-Yorre® contient beaucoup plus d'ions chlorure que les deux autres.

Les ions chlorure sont caractérisés à l'aide de la solution de nitrate d'argent, les ions calcium à l'aide de la solution d'oxalate de sodium et les ions sulfate à l'aide de la solution de chlorure de baryum.

## Exercices

► p. 79 à 86 du manuel

### QCM

Un QCM supplémentaire interactif est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

1. C ; 2. C ; 3. B.
1. B ; 2. A ; 3. A ; 4. B.
1. B ; 2. A ; 3. B et C ; 4. A et C ; 5. B.

### Application immédiate

Une version diaporama de l'exercice résolu est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

1. La formule électronique d'un atome de béryllium est  $K^2 L^2$ . Il possède donc 2 électrons externes.
2. La couche externe est la couche L : le béryllium appartient à la 2<sup>e</sup> période. Il possède 2 électrons externes : il appartient à la colonne 2.



3. Pour respecter la règle du duet, un atome de béryllium forme l'ion  $\text{Be}^{2+}$ . Ce résultat est cohérent avec le fait qu'il appartient à la colonne 2.

## Corrigés des exercices

Grille d'évaluation des compétences spécifiques du chapitre : voir [www.hachette-education.com](http://www.hachette-education.com) (fiche du manuel).

**6** 1. La couche électronique externe de ces atomes est la couche :

a. L    b. L    c. M

2. Le nombre d'électrons externes est :

a. 4    b. 5    c. 8

**7** La formule électronique de ces atomes s'écrit :

He :  $K^2$     Li :  $K^2 L^1$     F :  $K^2 L^7$     Si :  $K^2 L^8 M^4$

**8** 1. Le nombre d'électrons de ces atomes est :

a. 8    b. 10    c. 15

2. La formule électronique de ces atomes s'écrit :

a.  $K^2 L^6$     b.  $K^2 L^8$     c.  $K^2 L^8 M^5$

3. Leur nombre d'électrons externes est :

a. 6    b. 8    c. 5

**9**

	$\text{Be}^{2+}$	Mg	$\text{Cl}^-$
Nombre d'électrons	2	12	18
Formule électronique	$K^2$	$K^2 L^8 M^2$	$K^2 L^8 M^8$
Nombre d'électrons externes	2	2	8

**10** 1. La formule électronique d'un atome d'aluminium est  $K^2 L^8 M^3$ .

2.  $\text{Al}^{3+}$ , de structure électronique  $K^2 L^8$ , respecte la règle de l'octet ; sa charge est égale à +3e.

**11** 1. La formule électronique d'un atome d'oxygène est  $K^2 L^6$ .

2.  $\text{O}^{2-}$ , de structure électronique  $K^2 L^8$ , respecte la règle de l'octet ; sa charge est égale à -2e.

**12** 1. Les atomes et les ions stables doivent respecter les règles du duet ou de l'octet.

2. Les atomes et les ions stables sont a (He), d ( $\text{F}^-$ ), e (Ne) et h ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

**13** 1. D'après la règle du duet, les atomes de numéro atomique voisin de 2 tendent à obtenir la structure électronique en duet de l'hélium.

D'après la règle de l'octet, les autres atomes tendent à obtenir la structure électronique en octet des gaz nobles autres que l'hélium.

2. Les atomes et les ions stables sont b ( $\text{Li}^+$ ), d ( $\text{F}^-$ ) et g (Ne).

**14** 1. a et b appartiennent à 1<sup>re</sup> période

c, d et e : appartiennent à la 2<sup>e</sup> période

f, g, h, i et j : appartiennent à la 3<sup>e</sup> période

2. a et f : appartiennent à la colonne 1

d et h : appartiennent à la colonne 15

e et i : appartiennent à la colonne 16

b et j : appartiennent à la dix-huitième colonne

**15** 1. L'élément correspondant appartient à la 2<sup>e</sup> période (couche externe L) et à la colonne 14 (4 électrons externes).

2.

$K^2 L^3$	$K^2 L^4$	$K^2 L^5$
Z = 5	Z = 6	Z = 7
$K^2 L^8 M^3$	$K^2 L^8 M^4$	$K^2 L^8 M^5$
Z = 13	Z = 14	Z = 15

**16** Comme l'élément magnésium appartient à la colonne 2, un atome de magnésium possède 2 électrons externes et les perd pour former l'ion  $\text{Mg}^{2+}$ , respectant la règle de l'octet.

**17** 1. Les atomes de cet élément possèdent 3 électrons externes. Les ions monoatomiques portent la charge +3e et ont pour formule  $X^{3+}$ .

2. X est l'aluminium. Les éléments de sa famille chimique sont le bore (B), le gallium (Ga), l'indium (In) et le thallium (Tl).

3. Les formules chimiques des ions monoatomiques de ces éléments sont similaires à celle de l'ion aluminium :  $X^{3+}$ .

**18** 1. Tous ces atomes possèdent le même nombre d'électrons externes.

2. La famille des alcalins est située à la colonne 1 de la classification périodique.

**19** 1. Les éléments correspondant aux atomes e et i appartiennent à la même famille chimique. Il en est de même des éléments correspondant aux atomes b, d et h.

2. La famille des gaz nobles constitue la colonne 18 de la classification. Dans les propositions, on peut reconnaître l'hélium (b), le néon (d) et l'argon (h).

**20** 1. Le fluor forme l'ion  $\text{F}^-$  en gagnant 1 électron : il appartient à la colonne 17 de la classification périodique.

2. Les atomes des éléments d'une même famille chimique possèdent le même nombre d'électrons externes. Le fluor appartient à la famille des halogènes

3. Le fluor appartient à la 2<sup>e</sup> période de la classification : sa couche externe est la couche L.

Il appartient à la colonne 17 et possède donc 7 électrons externes. Sa formule électronique est  $K^2 L^7$ .

Un atome de fluor possède  $7 + 2 = 9$  électrons. Il est électriquement neutre et possède donc 9 protons :  $Z = 9$ .

4. Le fluor forme l'ion stable  $\text{F}^-$ , qui respecte la règle de l'octet.

**21** 1. Les couches électroniques occupées sont les couches K, L et M.

2. La formule électronique de cet ion s'écrit  $K^2 L^8 M^8$ .

3. L'atome correspondant, avec un électron de moins, a pour formule électronique  $K^2 L^8 M^7$ .

4. Le numéro atomique de l'élément est donc :  $2 + 8 + 7 = 17$ . Il s'agit du chlore.

**22** 1.

Nom	Sodium	Hélium	Calcium	Azote
Symbole	Na	He	Ca	N
Numéro atomique	11	2	20	7
Formule électronique de l'atome	$K^2 L^8$	$K^2$	$K^2 L^8 M^8 N^2$	$K^2 L^5$
Formule des ions monoatomiques stables	$\text{Na}^+$		$\text{Ca}^{2+}$	$\text{N}^{3-}$

2. Le nom hélium vient du soleil (hélios) dans lequel il a été découvert.

**13** 1. L'atome perd deux électrons pour passer de X à X<sup>2+</sup>.

2. Le passage de l'atome à l'ion obéit à la règle de l'octet. Le gaz auquel tend à ressembler X<sup>2+</sup> appartient donc à la troisième période et a pour formule électronique K<sup>2</sup> L<sup>8</sup> M<sup>8</sup>.

3. La formule électronique de l'ion X<sup>2+</sup> est K<sup>2</sup> L<sup>8</sup> M<sup>8</sup>, puisqu'elle est analogue à celle du gaz noble auquel il tend à ressembler.

4. La formule électronique de l'atome présente donc deux électrons de plus et s'écrit K<sup>2</sup> L<sup>8</sup> M<sup>8</sup> N<sup>2</sup>.

**24** 1. Le mot poids n'est pas bien adapté ; on doit le remplacer par le mot masse.

2. Les éléments sont actuellement ordonnés par numéro atomique croissant.

3. a. Les éléments potassium, rubidium et césium se « ressemblent » parce qu'ils appartiennent à la même famille d'éléments, celle des alcalins qui sont dans la colonne 1 de la classification périodique.

b. Les atomes de cette famille forment des ions de formule X<sup>+</sup>, car ils perdent un électron pour acquérir la formule électronique du gaz noble le plus proche.

4. a. L'ekaaluminium, situé sous l'aluminium, appartient donc à la colonne 13 et à la 4<sup>e</sup> période de la classification périodique.

b. Son nom actuel est le gallium.

c. Comme le gallium et l'aluminium appartiennent à la même colonne, ils ont des propriétés similaires. Comme tous les éléments de cette colonne, les atomes d'aluminium et de gallium possèdent trois électrons externes et vont tendre à les perdre pour former un ion monoatomique stable qui porte une charge +3e. Ces ions ont pour formule Al<sup>3+</sup> et Ga<sup>3+</sup>.

d. La formule de l'oxyde de gallium est similaire à celle de l'oxyde d'aluminium et s'écrit Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**25** 1.

1							18
H	2	13	14	15	16	17	He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

2. La 1<sup>re</sup> période de la classification périodique ne contient que deux éléments, car la première couche électronique K ne peut contenir que deux électrons.

**26** 1. Le tellure appartient à la colonne 16 de la classification périodique. Sa couche externe contient donc 6 électrons. Pour acquérir la formule électronique du gaz noble le plus proche et respecter la règle de l'octet, il doit gagner deux électrons. Les ions tellurure ont donc pour formule Te<sup>2-</sup>.

2. Les ions sulfure obtenus à partir des atomes de soufre ont une formule chimique S<sup>2-</sup> analogue à celle des ions tellurure Te<sup>2-</sup>. Le tellure et le soufre peuvent donc appartenir à la même famille chimique.

**27** 1. Cet ion et l'atome correspondant ont pour numéro atomique Z = 11 ; ils possèdent un noyau comportant 11 protons. L'atome possède donc 11 électrons puisqu'il est électriquement neutre. La formule électronique de l'atome correspondant est donc K<sup>2</sup> L<sup>8</sup> M<sup>1</sup>.

2. Pour acquérir la formule électronique du gaz noble le plus proche, cet atome perd un électron pour former l'ion X<sup>+</sup>, qui porte la charge +e.

3. L'autre ion appartient à la même famille : il porte la même charge électrique et a une formule similaire : X<sup>+</sup>.

4. Ces éléments appartiennent tous à la colonne 1 de la classification périodique, c'est-à-dire à la famille des alcalins.

**28** Traduction : Pourquoi l'or ?

*Le tableau périodique répertorie 118 éléments chimiques différents. Depuis des milliers d'années, les hommes ont particulièrement aimé l'un d'entre eux : l'or. L'or est utilisé comme monnaie depuis des millénaires, et son prix a explosé.*

*Pourquoi l'or ? Pourquoi pas le lithium ou le prométhium ?*

*Les éléments de la colonne la plus à droite de la classification sont chimiquement stables. Cependant, il y a un gros inconvénient : ce sont des gaz. Vous pouvez mettre tout votre argent gazeux dans un bocal, mais en ouvrant le pot, vous serez ruiné. La colonne de droite doit ainsi être éliminée.*

*Le lithium appartient à la colonne de gauche. Si vous exposez du lithium à l'air, il fera un énorme feu qui peut se propager à travers des murs de béton. L'argent qui s'enflamme spontanément est clairement une mauvaise idée. En fait, vous ne voulez pas que votre argent subisse de réactions chimiques spontanées du tout. Et il s'avère que beaucoup des éléments du tableau périodique sont assez réactifs. Ils ne vont pas tous s'enflammer. Mais parfois, ils se corrodent, commencent à tomber en morceaux. 38 autres éléments doivent ainsi être éliminés, parce qu'ils sont trop réactifs.*

*D'autres éléments chimiques, avec de grands noms comme le prométhium, l'einsteinium, sont radioactifs – mettez un peu d'einsteinium dans votre poche et, un an plus tard, vous serez mort...*

*L'élément choisi comme monnaie ne doit pas être trop lourd, il ne doit pas être trop rare. Il doit avoir été découvert assez tôt et doit être facilement fondu. C'est l'or qui répond à tous ces critères.*

1. Le document a pour thème le choix de l'or comme monnaie.

2. Les éléments de la colonne 18 ne peuvent pas être utilisés comme monnaie, car ils sont gazeux. Il s'agit de la famille des gaz nobles.

3. Le lithium appartient à la famille des alcalins. Les éléments de cette colonne ne peuvent être utilisés comme monnaie, car ils s'enflamment spontanément au contact de l'air.

4. Le prométhium a été nommé en référence au Titan Prométhée (qui signifie « le prévoyant »), dans la mythologie grecque. L'einsteinium a été nommé en l'honneur du savant Albert Einstein.

5. Le carbone ne peut pas non plus être utilisé comme monnaie, car il donne lieu à des réactions chimiques (en particulier la combustion).

6. Le palladium a été découvert trop tard (1807) pour pouvoir remplir le rôle de monnaie.

7. Le platine a une température de fusion beaucoup trop haute pour pouvoir être travaillé facilement, ce qui le rend difficile à utiliser comme monnaie.

**29** Réponses aux pistes de résolution (p. 334)

1. Une famille constitue une colonne de la classification.

2. La famille des halogènes appartient à la colonne 17 de la classification.

3. Le « deuxième » élément de cette famille appartient à la 3<sup>e</sup> période, puisque la 1<sup>re</sup> période ne concerne que les colonnes 1 et 18.

4. Les atomes des éléments d'une même famille possèdent le même nombre d'électrons externes. Le numéro atomique correspond au nombre d'électrons d'un atome, puisqu'il est électriquement neutre.

5. Le deuxième élément de la famille des halogènes appartient à la colonne 17 et à la 3<sup>e</sup> période.



## Une réponse possible

### • Introduction présentant la problématique :

Les halogènes constituent une famille chimique et appartiennent à une colonne de la classification périodique. Il est demandé de déterminer le numéro atomique du deuxième élément de cette famille.

### • Mise en forme de la réponse :

Les halogènes appartiennent à la colonne 17 de la classification périodique. Les atomes d'halogènes possèdent donc 7 électrons externes.

La 1<sup>re</sup> période ne concernant que les colonnes 1 et 18, le deuxième élément de la famille des halogènes appartient à la 3<sup>e</sup> période de la classification. La couche externe des atomes de cet élément est donc la couche M.

La formule électronique des atomes de cet élément est donc  $K^2 L^8 M^7$  ; ces atomes possèdent 17 électrons. Comme ils sont électriquement neutres, comme tout atome, leur noyau possède 17 protons, donc  $Z = 17$ .

### • Conclusion revenant sur la problématique :

Ainsi, le numéro atomique du deuxième élément de la famille des halogènes est égal à  $Z = 17$ .

Grille d'évaluation pour le professeur : voir p. 40.

**30** 1. Un aquifère est une formation géologique poreuse et perméable qui permet la captation et l'écoulement de l'eau souterraine.

2. Le noyau de strontium  $^{87}_{38}\text{Sr}$  est composé de 38 protons ( $Z = 38$ ) et de 49 neutrons ( $A - Z = 49$ ). Le noyau de strontium  $^{86}_{38}\text{Sr}$  est composé de 38 protons ( $Z = 38$ ) et de 48 neutrons ( $A - Z = 48$ ).

3. Ces atomes sont dits isotopes, car ils se trouvent dans la même case de la classification périodique puisqu'ils ont le même numéro atomique.

4. Le strontium appartenant à la colonne 2 de la classification périodique, un atome de strontium possède 2 électrons externes. Il les perd pour acquérir la même formule électronique du gaz noble le plus proche et forme un ion strontium de formule  $\text{Sr}^{2+}$ .

**31** 1. L'iode appartient à la famille des halogènes située à la colonne 17 de la classification périodique. Un atome d'iode possède donc 7 électrons externes. Pour acquérir la formule électronique du gaz noble le plus proche et respecter la règle de l'octet, il gagne 1 électron pour former l'ion iodure  $\text{I}^-$ .

2. L'aluminium appartient à la colonne 13 de la classification périodique. Un atome d'aluminium possède donc 3 électrons externes. Pour acquérir la formule électronique du gaz noble le plus proche et respecter la règle de l'octet, il perd 3 électrons pour former l'ion aluminium  $\text{Al}^{3+}$ .

3. L'iodure d'aluminium a pour formule  $\text{AlI}_3$  afin de respecter la neutralité électrique dans les solides : les 3 charges élémentaires positives de l'ion aluminium sont compensées par les 3 charges élémentaires négatives apportées par les 3 ions iodure  $\text{I}^-$ .

4. Le sulfure d'aluminium est formé d'ions  $\text{Al}^{3+}$  et  $\text{O}^{2-}$ . Pour respecter la neutralité électrique des solides, il faut qu'il y ait 2 ions

$\text{Al}^{3+}$  pour 3 ions  $\text{O}^{2-}$ , soit 6 charges élémentaires positives pour 6 charges élémentaires négatives.

**32** 1. Le gisement du salar d'Atacama ne peut pas contenir de lithium métallique, car le lithium métallique réagit vivement avec l'eau. En milieu humide ou à la première pluie, ce lithium métallique se serait transformé en ions lithium.

2. Un atome de lithium ( $Z = 3$ ) a pour formule électronique  $K^2 L^1$  et un atome de sodium ( $Z = 11$ ) a pour formule électronique  $K^2 L^8 M^1$  : le lithium et le sodium appartiennent à la colonne 1 de la classification périodique.

3. Le potassium appartient à la même famille que le lithium et le sodium : un atome de potassium possède 1 électron externe.

4. Les ions lithium, sodium et potassium forment les ions  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ , car ils vont perdre leur unique électron externe pour respecter la règle du duet pour le lithium et de l'octet pour le sodium et le potassium.

## 5. Une réponse possible

### • Introduction présentant la problématique :

Il est demandé d'expliquer pourquoi les éléments lithium, sodium et potassium appartiennent à une même famille chimique, qui est celle des alcalins.

### • Mise en forme de la réponse :

Les éléments d'une même famille chimique appartiennent à la même colonne de la classification périodique et leurs atomes possèdent le même nombre d'électrons externes. C'est le cas pour les atomes de lithium, de sodium et de potassium, qui possèdent tous 1 électron externe.

Les éléments d'une même famille chimique ont des propriétés physiques et chimiques voisines. On retrouve bien cette similarité de propriétés pour les éléments considérés :

- ce sont des métaux mous ;
- leur rayon atomique est le plus grand des rayons des atomes de leur période ;
- leurs métaux réagissent vivement avec l'eau ;
- ils se ternissent rapidement à l'air ;
- ils donnent des cations de formule similaire  $M^+$ .

### • Conclusion revenant sur la problématique :

Toutes les propriétés physiques et chimiques citées dans les documents montrent que les éléments lithium, sodium et potassium appartiennent à la même famille.

6. Un atome d'hydrogène peut former deux ions stables :

- $\text{H}^+$ , obtenu par perte de l'unique électron de l'atome d'hydrogène ;
- $\text{H}^-$  dont la formule électronique est analogue à celle du gaz noble le plus proche, l'hélium He.

L'hydrogène appartient à la colonne 1 de la classification périodique. Cependant il n'appartient pas à la famille des alcalins, car il ne possède pas les mêmes propriétés chimiques qu'eux (puisque'il peut former l'anion  $\text{H}^-$ ). De plus, il existe à l'état de dihydrogène  $\text{H}_2$  gazeux, qui n'est pas métallique.