

# Reconnaissance d'espèces ioniques en quatrième

par Anne EXCOFFIER  
Collège Europa - 26200 Montélimar

---

## RÉSUMÉ

Cet article propose deux énoncés successifs de travail expérimental permettant aux élèves de rédiger leur cours sur cette partie du programme ainsi que le contrôle donné sur ce sujet.

## DÉROULEMENT

Les quatre heures conseillées dans le référentiel du programme sont réparties ainsi :

### *Première séance*

– 20 minutes pour la mise en évidence d'espèces ioniques / moléculaires par des manipulations classiques faites par le professeur. Pour gagner du temps, un résumé photocopié (voir Annexe 3) est distribué aux élèves.

– 90 minutes : par binôme, les élèves manipulent et rédigent leur compte-rendu guidé sur le sujet intitulé : aspect qualitatif (voir Annexe 1).

### *Devoir à la maison*

Après avoir appris le résumé photocopié, repérer parmi des substances dont on donne le nom et la formule chimique, les espèces moléculaires, cationiques et anioniques.

### *Deuxième séance*

– 90 minutes : les élèves abordent le sujet sous son aspect quantitatif (voir Annexe 2).

– 20 minutes : exercice sur la notion de concentration massique volumique et de test caractéristique (voir Annexe 4).

### Devoir à la maison

Apprendre le T.P. sur l'aspect qualitatif à l'aide de la feuille «vous devez être capables de» (voir Annexe 5). Réviser les exercices sur ce chapitre pour s'entraîner pour l'interrogation écrite.

### **Troisième séance**

20 minutes de contrôle individuel écrit (voir Annexe 6).

### **CONDITIONS PRATIQUES**

Ces deux T.P. ont été testés dans quatre classes et dans des conditions assez rudes :

- Vingt-deux à vingt-huit élèves d'un collège de ZEP par séance (les élèves avaient déjà manipulé cette année sur la mesure d'un volume, d'une masse d'eau).
- Absence de personnel de laboratoire (le temps nécessaire pour la préparation des solutions, l'étiquetage, le nettoyage n'est pas à sous-estimer).
- Salle banalisée (prévoir une cuvette pour remplacer l'évier inexistant par table et une bouteille d'eau pour le robinet !).
- Le matériel en quantité insuffisante (notamment pH-mètre, flacon, ...) nous a obligé à réaliser des T.P. tournant sur les deux séances :
  - *première semaine* : la moitié de la classe sur le sujet qualitatif, l'autre moitié sur le sujet quantitatif.
  - *deuxième semaine* : l'inverse.

Ceci impose aussi de repousser d'une semaine l'évaluation écrite afin que tous les comptes-rendus du sujet qualitatif soient corrigés par l'enseignant et restitués aux élèves pour qu'ils puissent l'apprendre.

### **MATÉRIEL PAR BINÔME**

Aucune solution n'a été fabriquée à une concentration connue. Elles sont cependant assez concentrées, voire à quasi-saturation pour la plupart.

***Pour le sujet qualitatif***

- Flacon de carbonate de calcium ou autre solution contenant l'ion calcium.
- Flacon de dihydroxyde de calcium ou eau de chaux.
- Flacon d'oxalate de potassium.
- Flacon de nitrate d'argent (solution commercialisée par Jeulin).
- Flacon de chlorure de sodium (eau salée) ou autre solution contenant l'ion chlorure.
- Flacon de chlorure de baryum (il serait bon d'utiliser une solution contenant du baryum\* sans être associé à l'anion chlorure pour éviter aux élèves de mélanger les différents tests).
- Flacon d'eau de Contrex.
- Neuf tubes à essais avec portoirs.
- Cuvette, éponge, bouteille d'eau du robinet.

***Pour le sujet quantitatif***

- Flacon d'oxalate de potassium.
- Flacon de permanganate de potassium ou autre solution colorée.
- Flacon d'eau d'Évian.
- Flacon d'eau de Contrex.
- Flacon d'eau distillée.
- Un pH-mètre-crayon.
- Deux pipettes + un agitateur en verre.
- Balance + masses marquées.
- Trois morceaux de sucre.
- Bécher gradué de 100 mL.
- Cinq béchers contenant respectivement du jus de tomate, du coca, du lait, de l'eau salée, du jus d'orange.
- Sept tubes à essais avec portoirs.
- Cuvette, éponge, bouteille d'eau du robinet.

---

\* N.D.L.R. : Il existe du nitrate et de l'hydroxyde de baryum (60 à 70 F. les 100 g).

## ÉVALUATION

Une note sur vingt points regroupe les deux aspects suivants :

- au cours du T.P. différents points sont répertoriés (volumes égaux, mesure d'un volume, adresse, proposition d'un mode opératoire, rangement de la paillasse...),
- les deux comptes-rendus (propreté, respect des consignes de rédaction, présentation, quantité de travail fourni, rigueur dans l'écriture des termes chimiques...).

Sur vingt points : l'interrogation écrite (voir Annexe 5).

(Aucune question sur le pH n'est posée car cette notion est revue et développée lors du chapitre sur l'acidité).

La moyenne des notes à ce contrôle a été de 13,5/20 avec un grand nombre d'élèves vers 12 et vers 15. Les résultats classés en types de savoirs sont les suivants : A<sub>1</sub> : 6,1/7 - A<sub>2</sub> : 6,25/10 - B : 1,2/3.

## QUELQUES REMARQUES

Une bonne moitié des élèves parvient à réaliser la totalité du travail demandé et ils sont beaucoup plus à l'aise et rapides lors de la seconde séance.

La typographie de Cl<sup>-</sup> prête à confusion pour les élèves, la lettre *l* devient souvent le chiffre 1.

La vérification de résultats issus de deux méthodes différentes n'est pas une question facile pour les élèves (masse du sucre, classement des eaux selon la concentration en ion calcium).

Il est bon de montrer une fois aux élèves, un précipité qui ne soit pas blanc !

Les énoncés sont protégés par une pochette plastique et servent aux classes successives.

Pour la correction des comptes-rendus par l'enseignant, il faut compter quatre-vingt-dix minutes par classe et par séance. Pour gagner du temps, il est bon de prévoir des morceaux de correction photocopiée

à coller aux endroits où les élèves se trompent souvent (comparaison de l'eau du robinet avec des tubes témoins).

### **CONCLUSION**

Cette façon de procéder permet aux élèves de passer un maximum de temps à manipuler par eux-mêmes, sans perdre de temps en reprise ultérieure pour élaborer le cours.

Les élèves ont apprécié ce type d'enseignement, mais ils sont étonnés et désorientés lorsqu'on leur annonce qu'il faut apprendre leur propre compte-rendu ; ils parviennent cependant à extraire et maîtriser l'essentiel en s'aidant de la très appréciée fiche «vous devez être capables de».

## *Annexe 1*

---

Pour votre sécurité et celle des expérimentateurs suivants, il est formellement interdit de goûter ou de mélanger les solutions dans les flacons.

Un compte-rendu par élève sera ramassé à la fin de la séance.

Une note regroupant la présentation, la rigueur dans l'écriture, les descriptions des manipulations et la façon de manipuler sera mise (donc ne pas oublier d'appeler l'enseignant aux endroits prévus dans le texte).

Votre compte-rendu servira de cours à apprendre, donc uniquement ce qui est souligné doit ressortir sur le compte-rendu, le reste sera inscrit au brouillon pour vous aider.

### **RECONNAISSANCE D'ESPÈCES IONIQUES ÉTUDE QUALITATIVE**

Définition d'un précipité : solide peu soluble dans un liquide produit par une certaine réaction chimique.

#### **1. ION CALCIUM : $\text{Ca}^{2+}$**

##### **1.1. Test de reconnaissance**

- Dans un tube à essais, versez 2 cm de haut de la solution incolore de carbonate de calcium étiquetée  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ .
- Dans un autre tube, versez 2 cm de haut de la solution incolore de dihydroxyde de calcium étiquetée  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $2 \text{OH}^-$ .
- Dans chaque tube, ajoutez environ 1 cm de haut d'une solution d'oxalate de potassium.
- Observez.

– Complétez en rouge le texte suivant à l'aide des mots : précipité / cations calcium / blanc / oxalate de potassium :

L'ajout du réactif ... provoque l'apparition d'un ... .. dans une solution contenant des ...  $\text{Ca}^{2+}$ .

### 1.2. Détermination de la formule du précipité

Collez le texte identique à celui-ci qui se trouve dans la pochette plastique protégeant ce sujet, et complétez à l'aide des termes entre parenthèses.

On admet qu'un précipité se forme à la suite de la collision de deux ions différents. Mise en contact avec l'oxalate de potassium, la solution de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  et la solution de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $2 \text{OH}^-$  forment toutes les deux un précipité blanc, c'est donc que l'ion commun ... ( $\text{Ca}^{2+}$  /  $\text{CO}_3^{2-}$  /  $\text{OH}^-$ ) à ces deux solutions est entré en collision avec les ions oxalate  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  ou les ions potassium  $\text{K}^+$ . Étant donné les charges électriques portées par les ions  $\text{K}^+$  et  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  constituant l'oxalate de potassium, seul l'ion ... ( $\text{K}^+$  /  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ) peut entrer en collision avec l'ion précédent ... car deux charges (opposées / de même signe) s'attirent.

Comme un précipité est électriquement neutre et que l'ion  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  porte deux charges ... (positives / négatives) et l'ion  $\text{Ca}^{2+}$  porte ... (une / deux) charges positives, seule la formule suivante du précipité est possible ... ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  /  $2 \text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  /  $4 \text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  /  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $2 \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ).

### 1.3. Recherche des ions $\text{Ca}^{2+}$ dans différentes eaux

– En vous aidant du paragraphe 1.1., vous devez être capables de proposer un mode opératoire ou «recette» pour rechercher si l'eau du robinet possède ou non des ions calcium. Écrivez au brouillon ce que vous proposez (précisez quantité de solution, nom des réactifs, observation possible, verrerie employée, conclusion possible).

– En levant le doigt, appelez le professeur, il vérifiera votre mode opératoire.

– Réalisez la manipulation dans le cas de l'eau du robinet, puis de l'eau distillée puis de l'eau de Contrex.

– Complétez : Parmi l'eau du robinet, l'eau distillée, l'eau de Contrex, seules les eaux ... et ... contiennent de ions calcium de formule ... car ils précipitent en présence du réactif ....

## 2. ION CHLORURE : $\text{Cl}^-$

### 2.1. Test de reconnaissance

- Dans un tube à essais, versez 2 cm de haut d'une solution de chlorure de sodium de formule chimique  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ .
- Versez un tout petit peu (moins de 2 mm de haut car c'est un réactif cher) du réactif nitrate d'argent de formule chimique  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ .
- Observez.
- Complétez en rouge : L'ajout du réactif nommé ... d' ... provoque l'apparition d'un précipité gris-blanc en présence d'une solution contenant les ions ...  $\text{Cl}^-$ .
- Étant donné qu'un précipité est électriquement neutre, la seule formule proposée possible du précipité est ... ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Na}^+$  /  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  /  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  / 5  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ).

### 2.2. Recherche de l'anion chlorure dans des différentes eaux en bouteille

- Testez si l'eau du robinet contient des ions chlorures.
- Sur le compte-rendu, inscrivez une phrase de conclusion sur cette expérience.

## 3. ION SULFATE : $\text{SO}_4^{2-}$

De même que pour les ions précédents, on pourrait démontrer que : (écrivez en rouge) L'ajout du réactif chlorure de baryum de formule  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $2\text{Cl}^-$  provoque l'apparition d'un précipité blanc de formule  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  en présence d'une solution contenant des ions sulfates  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Grâce à des manipulations, déterminez parmi les eaux Contrex, robinet, laquelle contient des ions sulfates. Écrivez sur le compte-rendu une phrase expliquant vos manipulations et la conclusion des expériences.

#### 4. AUTRES IONS PRÉSENTS DANS LES EAUX

Voici les étiquettes de diverses eaux indiquant la masse en mg d'ion de chaque type présents dans un litre d'eau.

	Évian	Contrex	Badoit	S <sup>t</sup> Yorre
Ion sulfate $\text{SO}_4^{2-}$	10	1192	33	182
Ion calcium $\text{Ca}^{2+}$	78	467	200	78
Ion magnésium $\text{Mg}^{2+}$	24	84	100	9
Ion chlorure $\text{Cl}^-$	5	7	39	329
Ion potassium $\text{K}^+$	1	3	10	115
Ion bicarbonate $\text{HCO}_3^-$ (hydrogénocarbonate)	357	377	1412	4263
Ion sodium $\text{Na}^+$	5	7	160	1744

- Citez les cations présents dans l'eau Contrex et leur formule chimique.
- Citez les anions présents dans l'eau Badoit et leur formule chimique.
- Pour une raison de santé, un patient doit absorber une eau riche en ion magnésium. Quelle eau lui conseillez-vous ? (Justifiez brièvement).
- L'ion bicarbonate est à l'origine du dégagement gazeux de dioxyde de carbone des eaux minérales. Parmi ces quatre eaux, laquelle produira le plus de dioxyde de carbone ? Justifiez par une phrase votre raisonnement sur le compte-rendu.

## *Annexe 2*

---

Pour votre sécurité et celle des expérimentateurs suivants, il est formellement interdit de goûter ou de mélanger les solutions dans les flacons.

Un compte-rendu par élève sera ramassé à la fin de la séance.

Une note regroupant la présentation, la rigueur dans l'écriture, les descriptions des manipulations et la façon de manipuler sera mise (donc ne pas oublier d'appeler l'enseignant aux endroits prévus dans le texte).

Votre compte-rendu servira de cours à apprendre, donc uniquement ce qui est souligné doit ressortir sur le compte-rendu, le reste sera inscrit au brouillon pour vous aider.

### **RECONNAISSANCE D'ESPÈCES IONIQUES ASPECT QUANTITATIF**

#### **1. CONCENTRATION MASSIQUE VOLUMIQUE**

##### **1.1. Notion intuitive de concentration**

- Avec la pipette remplie d'eau du robinet, entraînez-vous à ne laisser tomber qu'une goutte d'eau à la fois dans la cuvette.
- Versez le **même volume** d'eau dans trois tubes à essais identiques, le tube ne devant pas être rempli plus haut que le tiers de sa hauteur.
- Levez le doigt pour appeler le professeur.
- Avec la pipette que vous aurez remplie de solution violette de permanganate de potassium, versez une goutte dans le premier tube, trois gouttes dans le deuxième et dix gouttes dans le troisième.
- Agitez en tenant le haut du tube entre le pouce et l'index et en tapotant le bas du tube sur la paume de l'autre main.

– Observez puis complétez à l'aide d'un des mots mis entre parenthèses :  
Plus un produit coloré est ajouté à de l'eau et ... (plus / moins) la coloration devient intense, et donc ... (plus / moins) la concentration du produit coloré dans l'eau est importante.

### 1.2. Préparation d'une solution sucrée de concentration massique volumique donnée

– Pesez trois morceaux de sucre, puis déduisez la masse expérimentale d'un morceau de sucre.

– Vérification : Une boîte de sucre de 1 kg possède 3 épaisseurs de 4 colonnes et 14 rangées de morceaux de sucre. Quel est le nombre de morceaux de sucre dans une boîte de 1 kg ? En déduire la masse calculée d'un morceau de sucre.

Vérifiez que vos deux résultats sont compatibles sinon appelez le professeur.

– On désire réaliser une solution sucrée à 120 g de sucre par litre d'eau donc de concentration massique volumique 120 g/L. Quel est le nombre de morceaux de sucre à dissoudre dans un litre de solution pour obtenir une solution à 120 g/L ?

– Vous ne disposez que de 100 mL de solution. Combien faudra-t-il dissoudre de morceaux de sucre dans ce volume ?

– Prenez le nombre de morceaux de sucre nécessaire pour fabriquer 100 mL de solution à 120 g/L. Les mettre dans le bécher et dissoudre avec environ 70 à 80 mL d'eau. Versez cette solution dans un bécher gradué et complétez le plus précisément possible\* avec de l'eau jusqu'à 100 mL. Puis agitez à nouveau.

– Pour réaliser une solution à 120g/L de sucre, il faut dissoudre ... g de sucre dans 100 mL de solution, c'est-à-dire ... morceaux de sucre. Si l'on dissout 2 morceaux de sucre dans 1 L de solution, la solution a pour concentration massique ... g/L et est ... fois moins concentrée que la solution précédente.

– Écrivez en rouge : La concentration massique volumique d'une espèce chimique dans une solution est la masse de cette espèce dissoute dans un litre de cette solution.

\* N.D.L.R. : Ou mieux, évidemment dans la mesure du matériel disponible une éprouvette graduée ou une fiole jaugée...

## 2. CLASSEMENT DES DIFFÉRENTES EAUX EN BOUTEILLE

L'eau de Contrex, d'Évian et l'eau distillée ne contiennent pas la même quantité ou concentration d'ions calcium notés  $\text{Ca}^{2+}$ . Pour classer ces eaux, nous allons ajouter 3 gouttes d'un réactif appelé oxalate de potassium dans un **même** volume de chaque eau et observer les solides blancs en suspension (appelés précipité) obtenus. Plus le précipité blanc est intense, plus la concentration en ion  $\text{Ca}^{2+}$  est importante.

– Remplissez au **tiers** de sa hauteur un tube à essais n° 1 d'eau de Contrex en versant directement, adroitement du flacon dans le tube.

– Remplissez au **même** niveau que le tube n° 1 un tube à essais n° 2 d'eau d'Évian en versant directement du flacon dans le tube.

– Remplissez au **même** niveau que le tube n° 1 un tube à essais n° 3 d'eau distillée en versant directement dans le tube.

– Versez au centre de chaque tube 3 gouttes avec la pipette propre remplie d'oxalate de potassium. Observez.

– Quelle est l'eau contenant le plus de cation  $\text{Ca}^{2+}$  ?

– Quelle est l'eau contenant le moins de cation  $\text{Ca}^{2+}$  ?

– Voici un extrait des étiquettes des bouteilles (nom de l'eau et concentration en ion calcium) : Évian : 78 mg/L - Contrex : 467 mg/L - Eau distillée : 0 mg/L.

La valeur inscrite sur l'étiquette est ou n'est pas compatible avec les résultats expérimentaux (choisissez la bonne réponse et justifiez brièvement).

– Décrivez sur votre compte-rendu la façon de procéder pour comparer la concentration en ion  $\text{Ca}^{2+}$  de l'eau de robinet par rapport aux autres eaux (précisez les volumes mis, les solutions à mélanger, le matériel employé). Réalisez l'expérience. Concluez sur le compte-rendu à quelle eau testée précédemment ressemble l'eau du robinet vis-à-vis des ions  $\text{Ca}^{2+}$ . Appelez le professeur en levant le doigt pour qu'il vérifie les quatre tubes de ce paragraphe.

### 3. UN ION PARTICULIÈREMENT ÉTUDIÉ : L'ION HYDROGÈNE : H<sup>+</sup>

Dans la vie courante, la température est mesurée avec un thermomètre, la pression avec un baromètre. Aujourd'hui, nous allons utiliser un appareil **fragile** nommé pH-mètre qui mesure l'acidité des solutions due au cation H<sup>+</sup>. Plus la concentration en cation hydrogène (H<sup>+</sup>) dans une solution est élevée et plus la mesure indiquée par le pH-mètre est faible. Cette valeur est appelée pH.

- Poussez le petit bouton noir du haut pour allumer le pH-mètre, retirez le capuchon noir protecteur.
- Pour mesurer le pH d'une solution, le bout noir cylindrique du pH-mètre est trempé sur environ 2 cm de haut dans le liquide à tester. Entre chaque liquide, il faut **impérativement** rincer le pH-mètre à l'eau du robinet.
- Notez au brouillon la valeur du pH pour une solution de lait, (sans oublier de faire couler de l'eau sur le bas du pH-mètre entre chaque solution pour le rincer), puis de coca, puis d'eau du robinet, puis d'un jus d'orange ou de citron, puis d'une eau salée et enfin d'un jus de tomate.
- Sur un axe horizontal gradué de 0 à 14, placer les six solutions testées dans l'ordre des pH croissants.
- Écrivez en rouge :
  - si pH est inférieur à 7 la solution est acide,
  - si pH est égal à 7 la solution est neutre,
  - si pH est supérieur à 7 la solution est basique,
- Écrivez en bleu : Le coca, le jus d'orange, le jus de tomate sont des solutions ... car leur pH est ... à 7. Le coca est ... acide que le jus de tomate car son pH est plus faible que celui du jus de tomate.

## *Annexe 3*

---

### **INTRODUCTION**

L'eau et l'eau sucrée conduisent très peu le courant électrique, ces liquides contiennent essentiellement des particules neutres : les molécules.

L'eau salée conduit le courant car elle contient des espèces portant des charges électriques : les ions :

- les ions chargés positivement sont appelés cations :  
exemple : cation sodium  $\text{Na}^+$  de l'eau salée.
- les ions chargés négativement sont appelés anions :  
exemple : anion chlorure  $\text{Cl}^-$  de l'eau salée.

Ce sont les ions dispersés au milieu des molécules d'eau qui assurent le passage du courant.

## *Annexe 4*

---

### **EXERCICE**

Dans un demi-litre d'eau, on dissout 5 g de sel de cuisine (chlorure de sodium).

- 1 - Quels sont les ions (nom et formule) qui se trouvent dans cette solution. Précisez si ce sont des anions ou des cations.
- 2 - Avec quel test peut-on caractériser l'un d'entre eux ? Illustrez votre réponse par un schéma légendé.
- 3 - Calculez la concentration massique en sel de cette solution.
- 4 - On prélève 10 cL de cette solution que l'on chauffe jusqu'à disparition complète du liquide. Quelle est la masse minimale du résidu solide ?

## *Annexe 5*

---

Pour l'interrogation du / /1995 sur le chapitre de Reconnaissance d'espèces ioniques, vous devez être capables de :

- écrire la définition d'un anion et d'un cation,
- différencier les ions des espèces moléculaires en connaissant soit leur comportement vis-à-vis du courant électrique, soit la charge portée par la substance chimique,
- classer en anion, cation et espèce moléculaire les substances d'une liste, leur formule chimique étant donnée,
- calculer la concentration massique volumique en g/L connaissant la masse de solide dissout dans un volume donné de solution,
- écrire la formule chimique de l'ion calcium, le nom du réactif utilisé en travaux pratiques pour reconnaître cet ion et le résultat de ce test de reconnaissance,
- même exigence que précédemment pour l'ion chlorure et l'ion sulfate.

## *Annexe 6*

### *Interrogation de sciences physiques : Reconnaissance d'espèces ioniques*

---

Voici un extrait de l'étiquette d'une eau minérale commercialisée :

Nom de l'ion	Formule chimique	Concentration massique en g/L
...	$\text{SO}_4^{2-}$	1,192
Ion calcium	...	0,467
Ion chlorure	...	0,007
Ion magnésium	$\text{Mg}^{2+}$	0,084
Ion bicarbonate (hydrogénocarbonate)	$\text{HCO}_3^{2-}$	0,377

- 3 pts **1** - Complétez les trois cases du tableau.
- 1 pt **2** - a - Quel est le signe de la charge portée par un cation ?  
2 pts **b** - Parmi les cinq ions du tableau, listez les anions.
- 2 pts **3** - a - Quel est le nom du réactif permettant de mettre en évidence l'ion sulfate ?  
1 pt **b** - Ce test est positif dans le cas de cette eau. Qu'observe-t-on alors dans le tube à essais ?
- 1 pt **4** - a - Quelle est la concentration massique de l'ion calcium dans cette eau ?  
1 pt **b** - Quelle masse d'ion calcium est présente dans un litre de cette eau ?  
3 pts **c** - Quelle masse d'ion calcium est présente dans un verre de 200 mL de cette eau ?  
2 pts **d** - Une eau de source a une concentration en ion calcium de 0,156 g/L. Combien de fois cette eau de source est moins concentrée en ion calcium que l'eau minérale commercialisée ?
- 5** - La concentration maximale admise d'ion chlorure est fixée par le ministère de la santé à 250 mg/L.  
1 pt **a** - Exprimez cette concentration en g/L.  
3 pts **b** - Expliquez si l'eau minérale commercialisée satisfait ou non à la norme en vigueur.