

EVALUATION SUR LES EAUX MINÉRALES

On s'intéresse dans cet exercice à trois eaux minérales dont la reproduction des étiquettes est indiquée ci-dessous :

Vichy St-Yorre	Hépar	Volvic
Composition moyenne en mg.L ⁻¹	Composition moyenne en mg.L ⁻¹	Composition moyenne en mg.L ⁻¹
Hydrogénocarbonate Sodium 4368 1708	Hydrogénocarbonate Sodium 403 14	Hydrogénocarbonate Sodium 71 11,6
Chlorure Potassium 322 132	Sulfate Calcium 1479 555	Chlorure Potassium 13,5 6,2
Sulfate Calcium 174 90	Nitrate Magnésium 3,9 110	Sulfate Calcium 8,1 11,5
Fluorure Magnésium 9 11	pH : 7,0	Nitrate Magnésium 6,3 8,0
pH : 6,6		pH : 7,0

1- La dureté d'une eau

1-1 Donner le nom des deux ions responsables de la dureté d'une eau. Ecrire leur formule. Est-ce des cations ou des anions ? Pourquoi ?

1-2 La dureté de l'eau est définie par sa composition totale (ou concentration) C en ions impliqués . En France, la dureté d'une eau s'exprime en degré hydrotimétrique, noté D et exprimé en °TH . Par définition, $D(°TH) = 10 C$ où C s'exprime là en mmol.L⁻¹ .

Pour déterminer ce degré hydrotimétrique, on fournit directement la composition de chaque ion en mmol.L⁻¹ .

Vichy St-Yorre	Hépar	Volvic
Composition moyenne en mmol.L ⁻¹	Composition moyenne en mmol.L ⁻¹	Composition moyenne en mmol.L ⁻¹
Hydrogénocarbonate Sodium 71,6 74,3	Hydrogénocarbonate Sodium 6,6 0,6	Hydrogénocarbonate Sodium 1,2 0,5
Chlorure Potassium 9,1 3,4	Sulfate Calcium 15,4 13,9	Chlorure Potassium 0,4 0,2
Sulfate Calcium 1,8 2,3	Nitrate Magnésium 0,06 4,6	Sulfate Calcium 0,08 0,3
Fluorure Magnésium 0,5 0,5		Nitrate Magnésium 0,1 0,3

- Vérifier que le degré hydrotimétrique de l'eau hépar est de 185°TH.
- Déterminer le degré hydrotimétrique de la Vichy St-Yorre et de la Volvic.
- En déduire l'eau minérale la plus « dure ».

1-3 Lorsqu'une eau devient trop dure, elle présente quelques inconvénients, il est donc souhaitable de l'adoucir. Citer deux conséquences relatives à une eau dure. Est-elle nocive ?

2- Le pH d'une eau

2-1 Que permet de mettre en évidence le pH d'une solution ?

2-2 Avec quel dispositif peut-on le mesurer ?

2-3 Comment peut-on qualifier chaque eau minérale présentée à partir de la valeur de leur pH. Justifier.

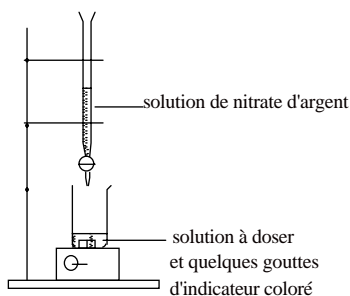
3- Détermination expérimentale de la composition en ions chlorure de l'eau de Vichy

On effectue, pour cela deux titrages :

- ◆ Le premier, servant de témoin, à partir de 20,0 mL d'une solution contenant des ions chlorure de composition ou concentration massique connue égale à 585 mg.L^{-1} .
- ◆ Le deuxième avec le même volume de 20,0 mL d'une solution correspondant à de l'eau de Vichy-St-Yorre.

En comparant ces deux titrages, il sera alors possible de trouver la concentration en ions chlorure de l'eau minérale Vichy-St-Yorre.

Schéma du dispositif utilisé :



Explication de la démarche expérimentale

Lorsqu'on ajoute une solution de nitrate d'argent à une solution contenant des ions chlorure, il se forme un précipité. A l'aide de l'indicateur coloré, on arrête de verser la solution de nitrate d'argent au moment où le précipité formé possède une couleur orange.

Le deuxième dosage, lui, est terminé quand on a obtenu la même couleur de précipité que le témoin.

Lors du premier dosage avec la solution connue, il a fallu verser un volume $V_1 = 10,2 \text{ mL}$ de solution de nitrate d'argent pour obtenir la coloration orange.

Lors du deuxième dosage, avec l'eau de Vichy, il a fallu, cette fois, un volume $V_2 = 5,5 \text{ mL}$ pour obtenir la même teinte.

3-1 A partir de ces résultats expérimentaux, déterminer la composition massique (en mg.L^{-1}) en ions chlorure de l'eau de Vichy St-Yorre. Est-ce conforme avec ce qui est indiqué sur l'étiquette.

3-2 Si on avait réalisé le même titrage mais avec l'eau de Volvic, aurait-il fallu verser un volume V_2 plus grand ou plus petit que V_2 pour obtenir la même coloration que le témoin? Pourquoi ?

Réponse attendue	Barème	Références aux compétences inscrites dans le BO
<p>1-1 Les ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} sont responsables de la dureté de l'eau. Ce sont des cations car ils portent des charges positives.</p> <p>1-2 a) D'après l'énoncé, $C = 13,9 + 4,6 = 18,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ d'où le degré hydrotimétrique $D = 10 C = 185^{\circ}\text{TH}$.</p> <p>b) Pour l'eau de Vichy, $C = 2,8 \text{ mmol.L}^{-1}$ d'où le degré hydrotimétrique $D = 10 C = 28^{\circ}\text{TH}$.</p> <p>Pour l'eau de Volvic, $C = 0,6 \text{ mmol.L}^{-1}$ d'où le degré hydrotimétrique $D = 10 C = 6^{\circ}\text{TH}$.</p> <p>c) L'eau minérale la plus dure est celle qui contient en plus grand nombre les ions impliqués : c'est donc l'hépar.</p> <p>1-3 Une eau dure n'est en rien nocive mais provoque quelques désagréments : mousse moins, implique la formation de tartre.</p>	5	<p>Connaître les ions responsables de la dureté.</p> <p>Trouver l'information et la traiter.</p> <p>Connaître quelques conséquences de la dureté d'une eau.</p>
<p>2-1 Le pH permet de mettre en évidence le caractère acide, basique ou neutre d'une solution.</p> <p>2-2 Avec un papier pH.</p> <p>L'eau de Vichy est légèrement acide car $\text{pH} < 7$, l'eau de Volvic et d'Hépar sont neutres car le pH vaut 7.</p>	2	<p>Dégager les notions d'acidité et de basicité de la mesure du pH.</p>
<p>3-1 En comparant les deux titrages, on en déduit la composition en ions chlorure de l'eau de Vichy :</p> $\frac{5,5 * 585}{10,2} = 315 \text{ mg.L}^{-1}$ <p>Sur l'étiquette, on lit une composition de 322 mg.L^{-1}</p> <p>Aux erreurs et incertitudes de mesure près, le résultat obtenu est bien conforme.</p> <p>3-2 L'eau de Volvic contient $13,5 \text{ mg.L}^{-1}$ d'ions chlorure, le volume V_2 à verser pour le titrage aurait été nettement plus faible que le volume V_2.</p>	3	<p>Utiliser des résultats expérimentaux pour comparer différentes eaux.</p>