

Chapitre S3

Dosage des ions Calcium et magnésium contenus dans une eau minérale– dureté

BUT DES MANIPULATIONS

- Rechercher expérimentalement la concentration molaire totale en ions calcium et magnésium d'une eau minérale.
- Déterminer la dureté d'une eau.

PRODUITS CHIMIQUES UTILISÉS

- Acide Éthylène Diamine Tétracétique symbolisé par le sigle EDTA.
- Eau minérale (Contrex, Hépar)
- Noir Ériochrome T alias NET (indicateur coloré).

TRAVAIL A RÉALISER

Le port de la blouse et des lunettes est obligatoire.

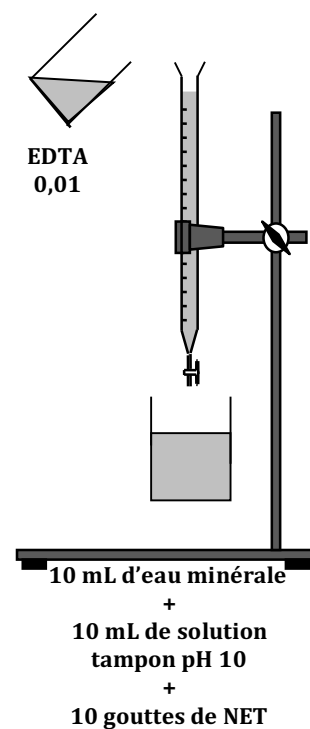
A- Détermination expérimentale de la concentration molaire en ions calcium et magnésium d'une eau minérale.

A1. Préparation de la burette

- Vider l'eau déminéralisée de la burette.
- La rincer avec la solution d'EDTA à 0,01 mol/L.
contenu dans le becher étiqueté « solution d'EDTA ».
- Remplir la burette avec cette solution et ajuster au zéro.

A2. Préparation de la solution d'eau minérale à tester

- Verser environ 70 mL d'eau minérale dans un bécher de 100 mL étiqueté « eau minérale ».
- Prélever **10 mL** d'eau minérale à l'aide d'une pipette jaugée munie de son dispositif d'aspiration ; les verser dans le becher étiqueté « **eau minérale dosage** » .
- Ajouter 10 mL de solution tampon pH 10.
- Ajouter 4 gouttes de **NET** (Noir Ériochrome T).



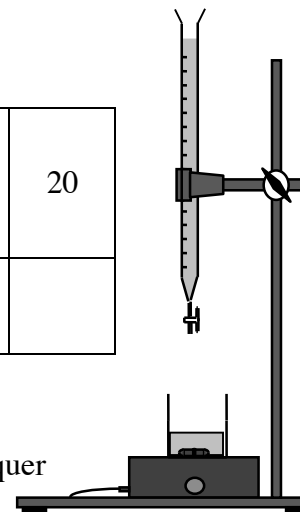
A3. Dosage

A31. Dosage rapide

- Introduire le barreau aimanté dans le bécher étiqueté « eau minérale dosage ».
- Placer le becher sous la burette.
- Agiter doucement la solution à l'aide de l'agitateur magnétique.
- Verser la solution d'EDTA contenue dans la burette selon les quantités indiquées dans le tableau et noter **la couleur** de la solution.

Volume d'EDTA ajouté (en mL)	0	5	10	12	14	16	18	19	20
Couleur de la solution									

- Arrêter l'agitation.
 - Retirer le barreau aimanté à l'aide de la tige aimantée. Le laver puis l'essuyer.
- Repérer dans le tableau où se situe le changement de couleur de la solution et indiquer par un encadrement le volume V de solution d'EDTA ajouté.



..... mL < V < mL

On note V la plus petite valeur de l'encadrement :

$V = \dots\dots\dots$
mL

A32. Dosage précis

Refaire le dosage pour déterminer le volume équivalent V_E le plus précis possible.

- Compléter la burette avec la solution d'EDTA à 0,01 mol/L et ajuster au zéro.
- Nettoyer et essuyer le becher étiqueté « eau minérale dosage ».
- Préparer la solution d'eau minérale à tester comme au **2**.
- Introduire le barreau aimanté dans le becher étiqueté « eau minérale dosage » et le placer sous la burette.
- Agiter doucement la solution à l'aide de l'agitateur magnétique.
- Verser un volume ($V - 1$) mL de la solution d'EDTA où V est le volume déterminé au **31**.
- Verser goutte à goutte jusqu'au changement de couleur.
- Noter la valeur du volume précis V_E correspondant au changement de couleur.

$V_E = \dots\dots\dots$ mL

- Arrêter l'agitation.

- Retirer le barreau aimanté à l'aide de la tige aimantée. Le laver puis l'essuyer.

A4. Concentration molaire totale en ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} de l'eau minérale

La concentration molaire des ions calcium et magnésium se calcule alors en utilisant la formule:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

C_1 : concentration molaire de la solution d'EDTA.

V_1 : volume de la solution d'EDTA à l'équivalence (V_E).

C_2 : concentration molaire des ions calcium et magnésium de l'eau minérale.

V_2 : volume de la prise d'essai d'eau minérale.

Calculer C_2 en mol/L arrondi à 0,0001.

$$C_2 = \dots\dots\dots \text{mol/L}$$

B- Détermination de la dureté de l'eau minérale exprimer en degré hydrotimétrique

Une eau est d'autant plus dure qu'elle contient davantage d'ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} . La dureté d'une eau est donnée par la concentration molaire totale des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} (ions alcalino-terreux).

La dureté d'une eau s'exprime en degré hydrotimétrique français (°f ou TH).

Définition du degré hydrotimétrique d'une eau, noté °f.

Une eau a un °f de X si elle contient $X \cdot 10^{-4}$ mole d'ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} , comptés ensemble, par litre d'eau. Une eau sera dite « dure » si cette valeur dépasse 30.

Un degré français de 1 pour une eau signifie qu'elle contient l'équivalent en moles de calcium et/ou de magnésium qu'une eau contenant 10 mg de carbonate de calcium par litre d'eau, soit 10^{-4} mol/L.

B1. Valeur expérimentale

Déduire de la question 4, la dureté de l'eau étudiée

$D_{\text{exp}} = \dots\dots\dots$

B2. Valeur Théorique

Lire l'étiquette de l'eau minérale et retrouver les concentrations massiques

des ions calcium Ca^{2+} mg / L

des ions magnésium Mg^{2+} mg / L

On donne la masse molaire d'une mole d'ion Ca^{2+} : **40,1 g/mol** et celle d'une mole d'ion Mg^{2+} : **24,3 g/mol**.

Calculer la concentration molaire des ions Ca^{2+} (nombre de moles présentes dans un litre).

$c_1 =$ mol / L

Attention : la concentration massique s'exprime en mg/L et la masse molaire en g/mol.

Calculer la concentration molaire des ions Mg^{2+} (nombre de moles présentes dans un litre).

$c_2 =$ mol / L

Calculer la concentration molaire totale des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .

$c =$ mol / L

La valeur théorique de la dureté de l'eau vérifie la relation $D_{\text{th}} = 10000 \cdot c$

Calculer la dureté de l'eau minérale étudiée.

$D_{\text{th}} =$ °f

B3. Comparaison

Comparer les valeurs expérimentale et théorique, puis évaluer l'erreur commise sur la mesure de la dureté totale.

Sachant qu'un degré hydrotimétrique d'une eau correspond à une concentration en ions calcium et magnésium de 0,000 1 mol/L, calculer le degrés hydrotimétrique des eaux dont les étiquettes sont proposées ci-dessous:

I. Eau d'Evian

Calcul des concentrations molaires:

$M(\text{Ca}) = 40 \text{ g/mol}$ et $M(\text{Mg}) = 24 \text{ g/mol}$

Calculer, en complétant les deux tableaux ci dessous, les nombres de moles d'ions calcium et magnésium contenus dans un litre d'eau. Puis compléter les phrases:



Nombre de moles d'ion Calcium (mol)	1	
Masse d'ion calcium (g)	40	

Nombre de moles d'ion Magnésium (mol)	1	
Masse d'ion Magnésium (g)	24	

Calcul :

Calcul :

Il y a _____ moles d'ions calcium dans un litre d'eau d'Evian.

Il y a _____ moles d'ions magnésium dans un litre d'eau d'Evian

Donc au total, il y a _____ + _____ = _____ moles d'ions calcium et magnésium dans un litre d'Evian.

TH Degrés hydrotimétrique (°TH)	1	
Concentration en ions calcium et magnésium (mol/L)		

Calcul :

L'eau d'Evian à un degré hydrotimétrique de _____ °TH

II. Eau de Contrex

Calcul des concentrations molaires:

Calculer, en complétant les deux tableaux ci-dessous, les nombres de moles d'ions calcium et magnésium contenus dans un litre d'eau.

Puis compléter les phrases:



Nombre de moles d'ion Calcium (mol)		
Masse d'ion calcium (g)		

Calcul :

Nombre de moles d'ion Magnésium (mol)		
Masse d'ion Magnésium (g)		

Calcul :

Il y a _____ moles d'ions calcium dans un litre d'eau de Contrex.

Il y a _____ moles d'ions magnésium dans un litre d'eau de Contrex.

Donc au total, il y a _____ + _____ = _____ moles d'ions calcium et magnésium dans un litre de cette eau.

TH Degrés hydrotimétrique (°TH)	1	
Concentration en ions calcium et magnésium (mol/L)	0,000 1	

Calcul :

L'eau de Contrex à un degré hydrotimétrique de _____ °TH