

Dosage direct par suivi conductimétrique

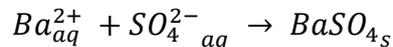
Exemple : dosage des ions sulfate dans une eau minérale

Problème

Il s'agit de déterminer la concentration en ions sulfate d'une eau minérale.

Document :

Le mélange d'une solution contenant des ions sulfate SO_4^{2-} et d'une solution contenant des ions baryum Ba^{2+} s'accompagne d'une transformation chimique modélisée par une réaction de précipitation ; l'équation associée s'écrit :



Cette réaction, totale, unique et rapide, peut servir de support à un titrage.

L'ajout d'une solution de chlorure de baryum $Ba^{2+}_{(aq)} + 2 Cl^{-}_{(aq)}$ dans une solution contenant des ions sulfate conduit à la précipitation du sulfate de baryum. Les ions chlorure introduits en même temps que les ions baryum remplacent les ions sulfate ; plus exactement, **2** ions chlorure se substituent à **1** ion sulfate.

Conductivités molaires ioniques de quelques ions :

ions	Ba^{2+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}
λ (S.m ² .mol ⁻¹)	127×10^{-4}	$76,3 \times 10^{-4}$	150×10^{-4}

Masses molaires $M_{SO_4^{2-}} = 96,1 \text{ g.mol}^{-1}$
 $M_{BaCl_2} = 208,2 \text{ g.mol}^{-1}$

1. Dosage conductimétrie :

L'eau minérale choisie est l'eau de Contrexéville dont la teneur annoncée en ions sulfate est d'environ 1100 mg.L⁻¹.

Le volume d'eau dosé est $V_0 = 50,0$ mL auxquels sont ajoutés environ 150 mL d'eau distillée.

La solution titrante est une solution de chlorure de baryum.

On désire suivre l'évolution de la conductivité σ de la solution S contenue dans le bécher, au fur et à mesure qu'on ajoute la solution de chlorure de baryum de concentration C.

a. Choix de la solution titrante :

Quelle doit être la concentration C de la solution de chlorure de baryum qui permet de doser l'eau de Contrexéville, sachant qu'on désire avoir un volume équivalent d'environ 10 mL ?

Quelle masse de chlorure de baryum faut-il prélever pour préparer 100 mL de solution titrante ?

Fabriquer la solution titrante

A l'équivalence :

$$n_{SO_4^{2-}} = n_{Ba^{2+}}$$

donc $[SO_4^{2-}] \cdot V_0 = C \cdot V_{eq}$

Or $[SO_4^{2-}] = \frac{t}{M}$

D'où $C = \frac{t \cdot V_0}{M \cdot V_{eq}}$

A.N. $C = \frac{1,100 \times 50}{96,1 \times 10} = 0,057 \text{ mol.L}^{-1}$

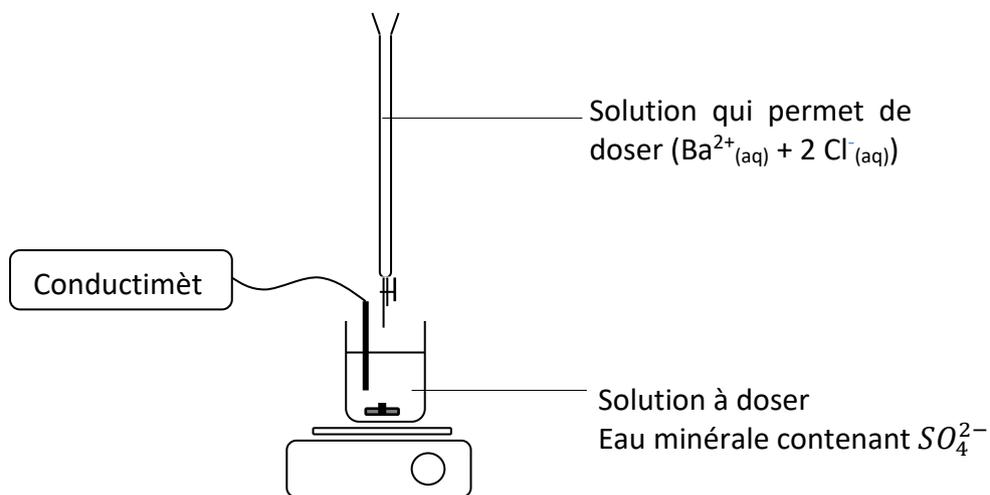
On choisit une concentration $C = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Masse à prélever :

$$m_{BaCl_2} = C \cdot V \cdot M \quad \text{A.N.} \quad m_{BaCl_2} = 5,0 \times 10^{-2} \times 0,100 \times 208,2 = 1,0 \text{ g}$$

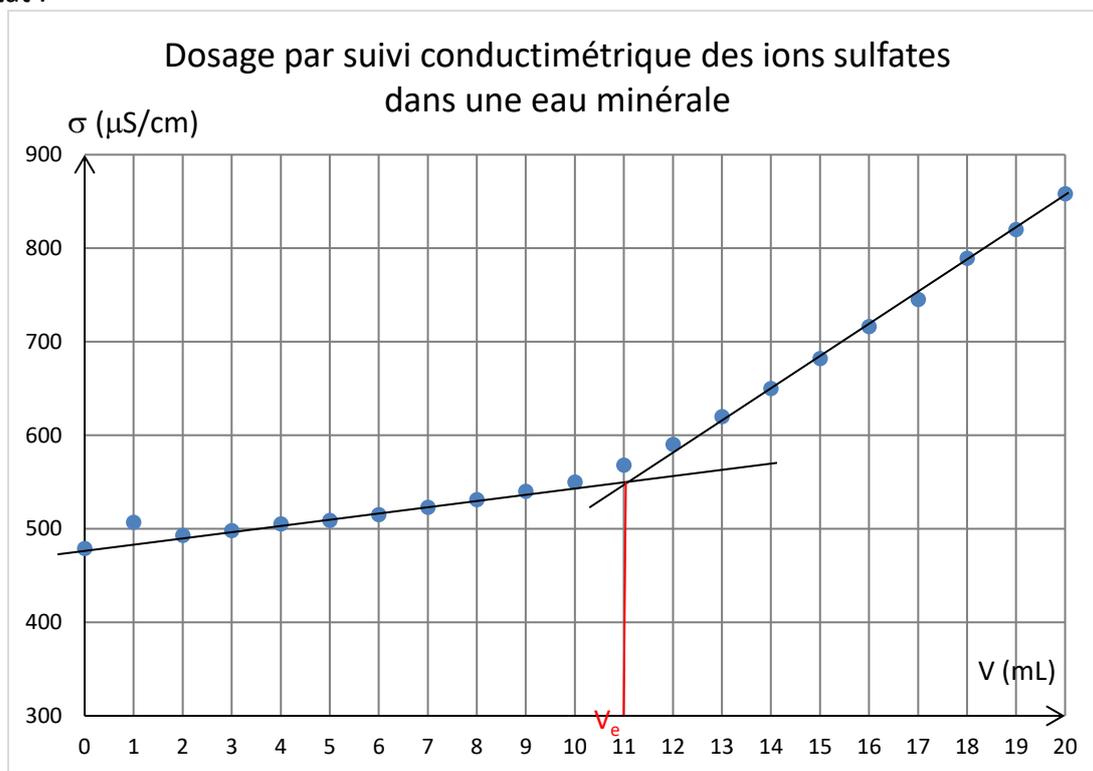
b. Schéma du dosage :

Faire un schéma du dosage en précisant où se situent les solutions départ du dosage.



- c. Faire le montage qui permet de réaliser ce suivi en utilisant la cellule conductimétrique à disposition. Réaliser le dosage en ajoutant la solution titrante millilitre par millilitre. Tracer simultanément l'évolution de la conductance σ en fonction de V le volume ajouté. Arrêter le dosage lorsque le volume ajouté est de 20 mL

Résultat :



On considère que la variation du volume de la solution S est négligeable au cours du dosage.

- a. Interprétation de la courbe obtenue :

Décrire la courbe obtenue (combien de parties : allures des parties)

Remplir le tableau suivant en précisant si la concentration de chaque espèce est nulle (ou quasi nulle), augmente, diminue ou reste constante dans la solution S :

	Avant l'équivalence	Après l'équivalence
$[\text{SO}_4^{2-}]$	Diminue	Nulle
$[\text{Ba}^{2+}]$	Nulle	Augmente

[Cl ⁻]	Augmente	Augmente
--------------------	----------	----------

D'après le tableau précédent, les valeurs des conductivités ioniques, les données du document et l'équation de la réaction support du dosage, justifier l'évolution de la conductivité avant et après l'équivalence.

Avant l'équivalence : un ion SO_4^{2-} est remplacé par 2 ions Cl^- or $\lambda_{SO_4^{2-}} < 2\lambda_{Cl^-}$ donc la conductivité de la solution augmente.

Après l'équivalence : les concentrations d'ions ajoutés augmentent ; aucun ion ne disparaît. La conductivité augmente encore plus.

b. Détermination du volume de l'équivalence :

En déduire où se situe l'équivalence sur la courbe $\sigma = f(V_B)$. Déterminer graphiquement le volume V_{eq} de l'équivalence.

L'équivalence se situe à l'intersection des deux droites tracées. On mesure $V_{eq} = 11,0 \text{ mL}$

c. Exploitation du dosage :

Calculer la concentration en ion SO_4^{2-} dans l'eau minérale dosée

Déterminer la masse d'ion sulfate présent dans 1L d'eau minérale. Comparer à la valeur annoncée.

$$\begin{aligned}
 \text{A l'équivalence du dosage :} & \quad n_{SO_4^{2-}} = n_{Ba^{2+}} \\
 \text{donc} & \quad [SO_4^{2-}] \cdot V_0 = C \cdot V_{eq} \\
 \text{D'où} & \quad [SO_4^{2-}] = \frac{C \cdot V_{eq}}{V_0} \\
 \text{A.N.} & \quad [SO_4^{2-}] = \frac{5,0 \times 10^{-2} \times 11,0}{50} = 1,1 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}
 \end{aligned}$$

$$m_{SO_4^{2-}} = [SO_4^{2-}] \cdot V \cdot M \quad \text{A.N.} \quad m_{SO_4^{2-}} = 1,1 \times 10^{-2} \times 1,0 \times 96,1 = 1,06 \text{ g}$$

Résultat :

V (mL)	σ ($\infty\Sigma/\chi\mu$)
0	479
1	507
2	493
3	498
4	505
5	509
6	515
7	523
8	531
9	540
10	550
11	568
12	590
13	620
14	650
15	682
16	716
17	745
18	789
19	820
20	858