Résolution de problème
Concentration en ions sulfates d'une eau

mots clés : eau potable. *Hachette page 46*

A. Problème



• L'eau distribuée doit répondre à des normes de potabilité. La concentration d'une eau en ions sulfates SO_4^{2-} peut être déterminée par un titrage conductimétrique. (*photo*).

• Problème : On lit sur l'étiquette d'une bouteille d'eau minérale de Contrex® « sulfate : 1121 mg.L^{-1} ». Le titrage effectué est-il en accord avec cette donnée ?

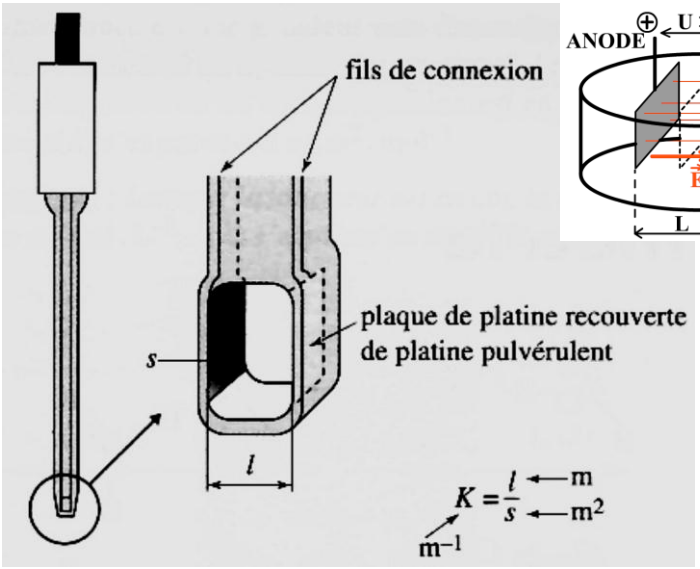
B. Principe d'un dosage conductimétrique

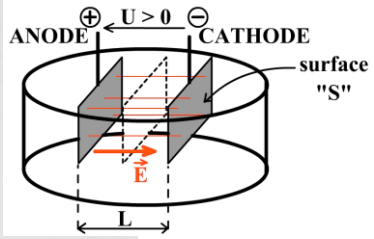
• Un dosage conductimétrique (on dit aussi conductométrique) utilise la variation brusque de conductance au cours d'une volumétrie.

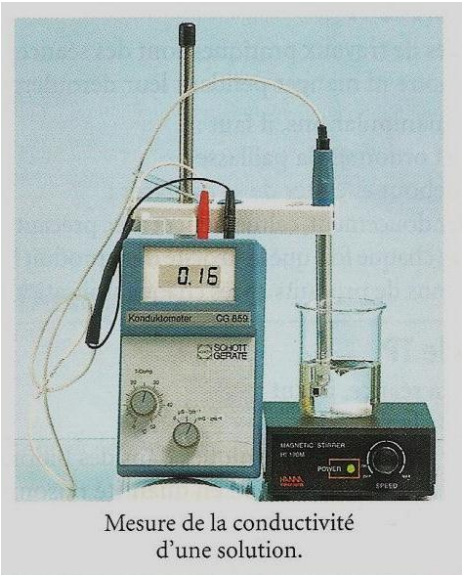
• La **conductance G** est l'inverse de la résistance **R**. G s'exprime en **Siemens** (S).

soit $G = \frac{1}{R} = \frac{\sigma}{K} = \frac{\sigma.S}{l}$ où σ est la conductivité (en S.m^{-1}) et K la constante de cellule (en m^{-1}).

• La conductimétrie est l'étude quantitative de la conductivité des solutions conductrices du courant électrique.
Rappelons qu'une solution ionique (aussi nommée électrolyte) est un milieu conducteur caractérisé par la présence de plusieurs types de porteurs de charges : les anions et les cations.
Un cation est un ion attiré par la cathode, il est donc chargé positivement, alors qu'un anion, attiré par l'anode est chargé négativement.







Mesure de la conductivité d'une solution.

• Quelques valeurs de conductivité molaire :

Ions	Baryum Ba^{2+}	Sulfate SO_4^{2-}	Acétate CH_3COO^-	Chlorure Cl^-	Sodium Na^+
λ (mS.m^2.mol^{-1})	12,7	16,0	4,09	7,63	5,01

C. Préparation du dosage

Matériel : • eau minérale Contrex ® • solution d'acétate de baryum $c_2 = 1{,}00 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1} • Fiole jaugée 100,0mL • burette 25 mL • béchers 250 mL et 100 mL • agitateur magnétique et barreau aimanté • pissette d'eau distillée

→ On souhaite vérifier la concentration massique en ions sulfate d'une eau minérale du commerce.

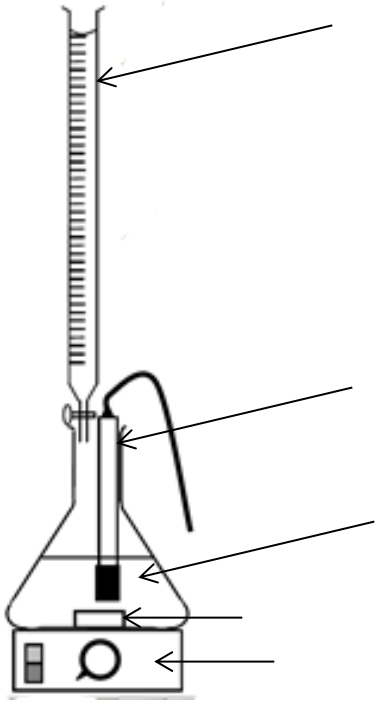
→ Pour cela, on dose les ions sulfate (aq) présents dans un volume $V_1 = 100{,}0$ mL d'eau minérale, par une solution d'acétate de baryum de concentration molaire $c_2 = 1{,}00 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1}.

→ Lors de la réaction de dosage, un précipité de sulfate de baryum se forme.

1) Rappeler ce qu'est un **précipité**.

2) Ecrire l'équation chimique de la réaction de formation du précipité, c'est la **réaction du dosage**.

3) Reproduire et compléter le schéma de l'expérience.



D. Mesure du volume équivalent

• Prélever $\mathbf{V_1}$ = **100,0 mL** d'eau minérale à l'aide de la fiole jaugée préalablement rincée à l'eau distillée.

• Verser le contenu de la fiole dans un bécher de 250 mL, rincer la fiole à l'eau distillée pour récupérer les dernières gouttes d'eau minérale. Transvaser dans le bécher. Placer le barreau aimanté.

• Disposer la cellule conductimétrique en veillant à ce qu'elle soit totalement immergée.

Attention : le barreau aimanté doit tourner sans toucher la cellule conductimétrique.

• Remplir la burette d'acétate de baryum et effectuer le réglage du zéro de la burette.

• Réaliser le dosage, en versant des volumes d'acétate de baryum de 1 mL en 1 mL. Après chaque ajout, attendre quelques instants que le conductimètre indique « ready » avant de relever la valeur de σ.

• Reproduire le tableau où vous allez porter vos valeurs :

Volume V_2 (mL)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	…..	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0
σ (mS.m^2)														

E. Exploitation

1) Tracer la représentation graphique **σ = f(V_2)** sur une feuille de papier millimétré.

2) Décrire l'allure de la courbe obtenue. On remarque qu'elle peut se décomposer en deux parties distinctes.

3) En vous aidant du tableau ci-dessous que vous devrez reproduire et compléter, justifier l'allure du tracé de courbe obtenu.
Indiquez si la quantité d'ions diminue ↘, augmente ↗, reste la même =, ou est insignifiante **ε**

Ions	Baryum Ba^{2+}	Sulfate SO_4^{2-}	Acétate CH_3COO^-	Conductivité σ
$V_2 < V_E$				
$V_2 > V_E$				

4) Que signifie le terme « équivalence » lors d'un dosage ?

5) On note $V_{2éq}$ la valeur de V correspondant à l'intersection des deux demi-droites sur le graphique. Repérer l'équivalence sur la courbe tracée et noter le volume $V_{2éq}$ versé : **$V_{2éq}$ = ……. mL**

6) Que peut-on alors dire entre la quantité totale « n_1 » d'ions SO_4^{2-} (aq) et la quantité « $n_{2,éq}$ » d'ions Ba^{2+} (aq), versée à l'équivalence ?

7) En déduire une relation entre « C_1 » (concentration molaire totale en SO_4^{2-} (aq)), « V_1 », « C_2 » et « $V_{2éq}$ ».

8) Calculer la concentration molaire « C_1 » en ion sulfate de l'eau minérale utilisée.

9) Rappeler la relation entre « C » (concentration molaire), « c_m » (concentration massique) et « M » la masse molaire.

10) Calculer la concentration massique c_{1m} des ions sulfates contenus dans l'eau minérale.
Données : M(O) = 16 g.mol^{-1} M(S) = 32,1 g.mol^{-1}.

Comparaison « valeur expérimentale » / « étiquette du fabriquant »

La teneur en minéraux est indiquée sur les étiquettes des eaux ci-contre.

11) Comparer les deux valeurs « $c_{1m,\,fab}$ » et « c_{1m} » (trouvée en « 9 ») en calculant l'écart relatif en % à l'aide de la formule :

Ecart relatif entre les deux valeurs = $100 \times \frac{|c_{1m} - c_{1m,fab}|}{c_{1m,fab}}$

(plus la valeur en % est faible, plus la mesure est précise)