

## Titrage des ions sulfates par suivi conductimétrique

**Objectifs :** Comprendre et mettre en œuvre un titrage à l'aide du suivi de l'évolution en cours de réaction d'une grandeur mesurable (la *conductivité* ici). Savoir déterminer l'équivalence à l'aide d'un tel suivi.

Paramètres	Eau de Crépieux Charmy	Une grande eau minérale	Recomm
Dureté (° français)	18 à 24	28	> 15
PH	6,5 à 8	7,2	6,5 à 9
Calcium (mg/l)	65 à 80	78	< 100
Magnésium (mg/l)	5,5 à 8	24	< 50
Sodium (mg/l)	4 à 8	5	< 150
Potassium (mh/l)	1,5 à 3	1	< 12
Chlorures (mg/l)	5 à 10	2,2	< 200
Sulfates (mg/l)	20 à 40	10	< 250
Nitrates (mg/l)	4 à 10	3,8	< 50

**Document ① : eau du Grand Lyon (champ de Crépieux-Charmy)**



**Document ② : Vittel**



**Document ③ : Contrax**



**Document ④ : Hépar**

Eau étudiée : .....

### Questions préliminaires

1. Sachant que la masse molaire des ions sulfate vaut  $M = 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , calculer les concentrations molaires en ion sulfate prévue pour l'eau qui vous a été attribuée.

Pour faire le titrage des ions sulfates on utilise une solution de chlorure de baryum ( $\text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ ). On dispose de deux solutions de concentration  $C_1$  différentes :  $C_1 = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  et  $C_2 = 0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2. Écrire la réaction support du titrage.

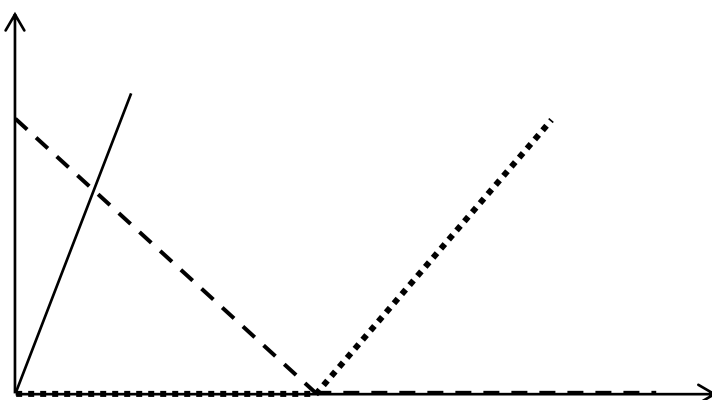
3. En faisant un tableau d'avancement (rempli littéralement), établir la relation entre le volume d'eau titré  $V$ , la concentration en ions sulfate  $C$ , la concentration en soluté apporté de la solution titrante  $C_t$ , et le volume versé pour atteindre l'équivalence  $V_E$ .

4. Sachant que le volume versé à l'équivalence ne doit être ni trop petit (pour gagner en précision) ni trop grand (25 mL est la volume maximum qui peut être lu sur la burette), en déduire, en fonction de l'eau que vous allez titrer, la solution de chlorure de baryum à utiliser (de concentration  $C_1$  ou  $C_2$  ?) et le volume d'eau à prélever.

*Faites vérifier par le professeur...*

5. Dans le repère ci-contre, attribuer les évolutions des quantités des trois ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  et  $\text{Ba}^{2+}$  en fonction du volume  $V_t$ . On néglige la variation du volume total de solution au cours du titrage.

6. En utilisant le document ⑤, justifier que la conductivité varie bien plus fortement après l'équivalence qu'avant l'équivalence.



**Document ⑤ : Conductivité et concentrations des ions**

La conductivité est une grandeur physique qui quantifie le caractère conducteur d'une solution.

Elle s'exprime par la relation  $\sigma = \sum_{\text{ions}} \lambda_i [X_i]$

où  $\lambda_i$  est la conductivité molaire ionique de chaque ion présent (indiquant son caractère plus ou moins conducteur). La conductivité molaire ionique est caractéristique de l'ion. Elle ne dépend pas de sa concentration mais de sa charge et de son rayon ionique.

On donne les valeurs de  $\lambda$  (en  $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ ) pour les ions suivants :

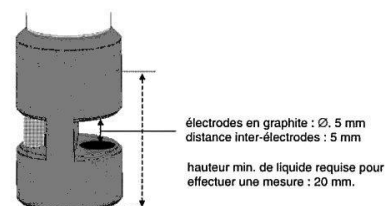
$\text{Cl}^-$  : 7,6

$\text{SO}_4^{2-}$  : 16,0

$\text{Ba}^{2+}$  : 12,7

**Protocole du titrage**

- Prélever le volume calculé précédemment, l'introduire dans un bécher de 250 mL.
- Introduire un barreau aimanté et mettre l'agitateur magnétique en marche.
- Plonger la cellule conductimétrique dans la solution en faisant bien attention qu'elle ne touche pas le barreau et ajouter suffisamment d'eau distillée pour que les électrodes soient bien immergées. Utiliser le conductimètre sur le calibre 20 mS/cm. On considérera que pendant le titrage, le volume du système chimique est quasiment constant.
- Introduire la **solution de chlorure de baryum** dans la burette et ajuster le niveau au zéro.
- Avant d'ajouter la solution titrante ( $V_t=0,0\text{mL}$ ), relever la valeur de la conductivité initiale de la solution titrée et remplir la case correspondante du tableau ci-dessous.
- Ajouter la solution titrante de mL en mL (jusqu'à 4,0 mL), en relevant chaque fois la valeur de la conductivité. Remplir les cases correspondantes dans la première ligne du tableau ci-dessous.
- Saisir ces données dans regressi (Fichier → Nouveau → Clavier), et afficher les cinq points dans un repère donnant la conductivité en fonction de  $V_t$ .  
**Appeler le professeur pour vérifier vos quatre premières valeurs.**
- Continuer à ajouter la solution titrante en espaçant les mesures comme bon vous semble, en relevant chaque fois la valeur de la conductivité. Pour chaque mesure, compléter la 1<sup>ère</sup> ligne du tableau et saisir les valeur dans Regressi.



$V_t$ (mL)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0											$V_E$
Conductivité $\sigma$ ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )																

**Exploitation**

- Expliquer en rédigeant comment on peut déterminer le volume versé à l'équivalence.
- En utilisant l'outil graphique « Ligne » de Regressi puis l'outil « Réticule », déterminer le volume versé à l'équivalence. *Appeler le professeur en cas de difficulté.* Noter sa valeur  $V_E$  : .....
- En déduire la concentration molaire en ions sulfate  $C$  de l'eau que vous avez utilisée
- Calculer la concentration massique  $C_m$  en  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Comparer le résultat obtenu à la valeur annoncée sur l'étiquette en faisant un calcul d'écart relatif.