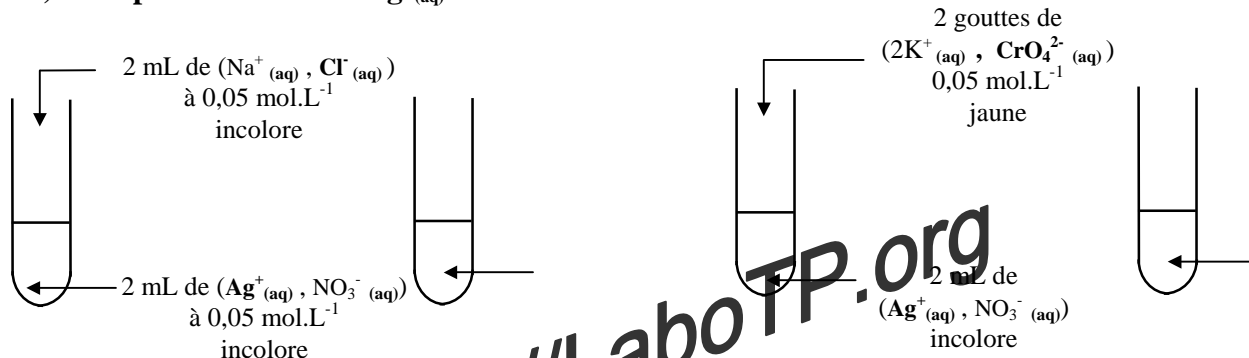


TITRAGES PAR PRECIPITATION

OBJECTIFS: - Savoir titrer les ions chlorure dans une solution par la **méthode de Mohr**.
 - Savoir titrer les ions sulfate dans une solution par **précipitation** et **suivi conductimétrique**.

I. EXPERIENCES PRELIMINAIRES

1) Précipitation des ions Ag^+ (aq)



Observation:

Observation:

Equation de précipitation:

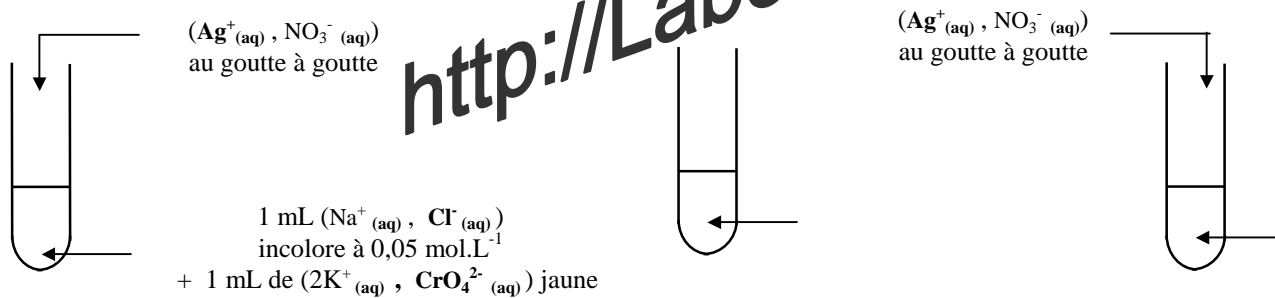
Equation de précipitation:

Constante d'équilibre: $K_1 =$

Constante d'équilibre: $K_2 =$

Conclusion:

2) Précipitation préférentielle

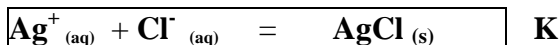


- a) Avec quel ion, $Cl^-_{(aq)}$ ou $CrO_4^{2-}_{(aq)}$, les ions $Ag^+_{(aq)}$ précipitent-ils en premier ?
- b) Quand se forme le précipité rouge $Ag_2CrO_4(s)$?

II. TITRAGE DES IONS Cl^- PAR LA METHODE DE MOHR

1) Principe du titrage direct des ions chlorure par la méthode de MOHR

- **Réaction de titrage :**



La réaction est **totale** ($K = 5,0 \times 10^9$) et **rapide**: elle peut être utilisée comme réaction de titrage des ions $Cl^-_{(aq)}$ en solution.

- Repérage de l'équivalence :

• Soit une solution S contenant des ions chlorure $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$. L'équivalence est atteinte lorsque l'addition d'une goutte de solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$, $\text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) ne provoque plus de précipitation du précipité $\text{AgCl}_{(\text{s})}$ blanc. Il n'y a alors plus d'ions chlorure $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ dans le mélange réactionnel, mais la fin de la réaction est difficile à repérer. **Il faut utiliser un indicateur de fin de réaction.**

• On ajoute alors initialement, à la solution S, des ions chromate $\text{CrO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$:

- **avant l'équivalence** le précipité blanc de $\text{AgCl}_{(\text{s})}$ se forme en premier tant qu'il y a des ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ présents dans la solution.

- **à l'équivalence**, tous les ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ont réagi; l'addition d'ions $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$ supplémentaires conduit à la formation du précipité rouge de chromate d'argent $\text{Ag}_2\text{CrO}_4_{(\text{s})}$ ce qui signale la fin de la précipitation de $\text{AgCl}_{(\text{s})}$ donc l'équivalence.

- **Limites de la méthode de Mohr:** la méthode Mohr est inapplicable en milieu acide ou basique.

2) Titrage des ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ dans l'eau de Vichy Saint-Yorre

• Préparer le dispositif de titrage comme l'indique le schéma ci-contre.

• Effectuer un premier titrage rapide puis un second titrage précis à la goutte près : soit V_E le volume équivalent.

a) Écrire l'équation de la réaction de titrage.

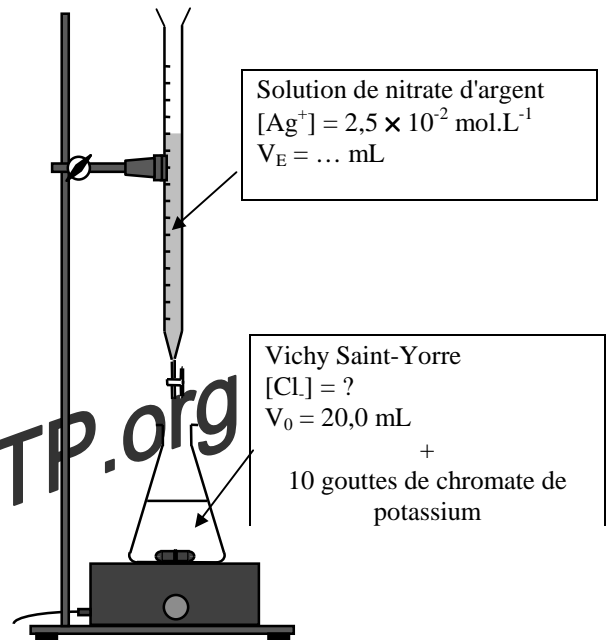
b) Définir l'équivalence du titrage. Déterminer la concentration $[\text{Cl}^-]$ des ions chlorure dans l'eau de Vichy Saint-Yorre.

c) Calculer la concentration massique ou titre massique $t(\text{Cl}^-)$ des ions chlorure, en g.L^{-1} .

On donne : $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

d) Comparer avec l'indication de l'étiquette: 322 mg.L^{-1} . Ecart relatif.

e) Les normes CCE préconisent un titre massique maximal de 250 mg.L^{-1} en ions chlorure pour une eau minéralisée de consommation quotidienne. Peut-on alors consommer l'eau de Vichy Saint-Yorre ? Si oui dans quelle condition ?

**3) Titrage des ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ dans l'eau du robinet (s'il reste en fin de TP)**

• Mesurer 100,0 mL d'eau du robinet avec une fiole jaugée et les placer dans l'erlenmeyer. Ajouter 10 gouttes de chromate de potassium.

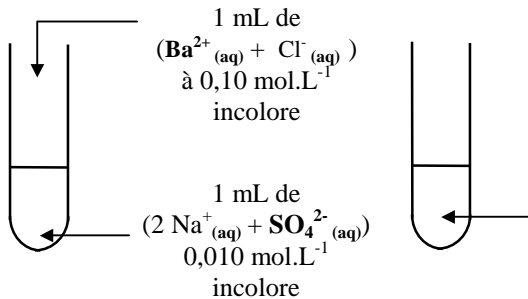
• Titrer les ions chlorure contenus dans l'eau du robinet avec la solution de nitrate d'argent du titrage précédent.

a) Calculer la concentration massique $t(\text{Cl}^-)$ des ions chlorure, en g.L^{-1} dans l'eau du robinet.

b) Comparer avec celle du titrage précédent. Conclusion.

III. TITRAGE DES IONS SULFATE PAR CONDUCTIMETRIE

1) Réaction de titrage



Observation:

Equation:

Constante d'équilibre: $K =$

2) Protocole expérimental

a) Etalonnage du conductimètre

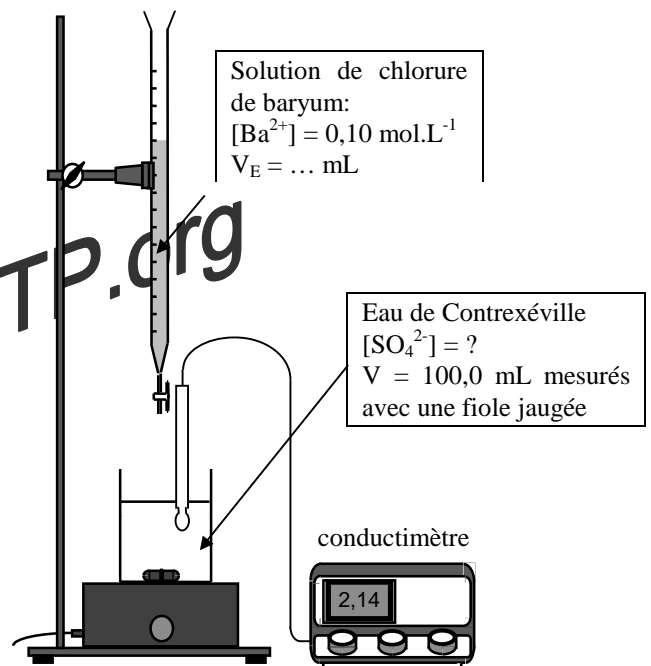
- Le conductimètre utilisé affiche directement la valeur de la conductivité exprimée en mS.cm^{-1} sur le calibre **20 mS**. La solution étalon est une solution de chlorure de potassium de concentration $C(\text{KCl}) = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- Rincer la cellule en la trempant dans un godet contenant un peu de solution étalon. Ne pas essuyer la cellule et jeter cette solution de rinçage.
- Remplir à nouveau le godet avec la solution étalon. Attendre environ 1 minute pour que l'équilibre thermique s'établisse. En tenant compte de la température, ajuster la valeur de la conductivité de la solution étalon. Ne plus toucher au bouton d'étalonnage.

b) Préparation du dispositif de titrage et titrage

- Préparer le dispositif expérimental ci-contre:
- Ajouter la solution de chlorure de baryum, mL par mL, et mesurer la conductivité σ (mS.cm^{-1}) après chaque ajout. Noter vos résultats dans le tableau de mesures:

V(mL)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
σ (mS.cm^{-1})											
V(mL)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
σ (mS.cm^{-1})											

- Tracer le graphe $\sigma = f(V)$ sur une demi-feuille de papier millimétré.



3) Résultats

- Écrire l'équation de la réaction de précipitation.
- Définir l'équivalence, puis écrire la relation entre les quantités de matière initiale et introduite lorsque l'équivalence est atteinte.
- Comment peut-on repérer l'équivalence sur ce graphe ? Quelle est la valeur du volume V_E versé à l'équivalence ?
- En déduire la valeur de la concentration en ions sulfate $[\text{SO}_4^{2-}]$ puis la concentration massique $t(\text{SO}_4^{2-})$. Comparer les résultats obtenus avec l'indication de l'étiquette.

Eau sulfatée calcique et magnésienne. Minéralisation en mg/l			
calcium : 486	magnésium : 84	sodium : 9,1	potassium : 3,2
sulfate : 1187	hydrogénocarbonate : 403	chlorure : 10	nitrate : 2,7
Source Contrex. Résidu sec à 180°C : 2125 mg/l.			

Données : $M(S) = 32,1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

TITRAGES PAR PRECIPITATION

• Paillasse élève:

- 6 tubes à essais
- flacon: solution de chlorure de sodium (Na^+ , Cl^-) à $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- flacon: solution de nitrate d'argent (Ag^+ , NO_3^-) à $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- flacon: solution de chromate de potassium (2K^+ , CrO_4^{2-}) à $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- 3 comptes gouttes

- 2 burettes graduées 25 mL + potence
- erlenmeyer 100 mL
- agitateur magnétique + aimant
- pipette jaugée 20,0 mL + pipeteur
- flacon: solution de nitrate d'argent (Ag^+ , NO_3^-) à $2,5 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

- conductimètre (vert) + sonde + support
- solution étalon KCl à $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ dans flacon + 1 godet + tableau étalonnage
- bécher 150 mL
- fiole jaugée 100,0, mL

• Paillasse prof:

- réserves des solutions
- 1 thermomètre

<http://LaboTP.org>

<http://LaboTP.org>