

TP n°1

Dosages par étalonnage et par titrage

MPSI 2 – 2024/2025

1 Dosage par titrage des ions chlorure

1.1 Objectif du titrage

Une eau de consommation contient plusieurs ions :

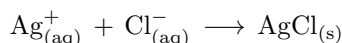
- des anions comme les sulfates, les chlorures, les nitrates, bicarbonate ;
- des cations comme l'ion sodium, potassium, calcium, magnésium, ammonium.

1. Donner les formules chimiques de ces ions.

Il faut contrôler la concentration de ces ions car certains ions sont dangereux à trop haute dose. Il existe également des pathologies où certains minéraux doivent être évités. Enfin, ils déterminent le goût.

1.2 Titrage

On souhaite réaliser le titrage des ions chlorure de l'eau minérale avec les ions argent. On note c_1 la concentration molaire des ions chlorure en solution. La réaction support du titrage est :



Expérience

1. La solution titrante est une solution de nitrate d'argent à $c_2 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Préparer la burette.
2. La solution titrée est 100 mL d'eau minérale Volvic ou d'eau du robinet. Prélever le volume à la pipette et y placer la sonde conductimétrique. On note V_1 le volume prélevé.
3. Appeler le professeur.
4. Tous les mL, relever la valeur de la conductivité.

Le trouble qui apparaît est un précipité de chlorure d'argent $\text{AgCl}_{(\text{s})}$. Il noircit à la lumière au bout de quelques minutes.

1.3 Interprétation

Données :

- $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
 - Pour l'eau minérale Volvic, l'étiquette indique une concentration massique de 15 mg/L d'ions chlorures.
 - Pour l'eau du robinet, une analyse effectuée cette année indique une concentration de 22 mg/L d'ions chlorure (source : Syndicat des Eaux d'Île de France).
1. Tracer la conductivité en fonction du volume.

La courbe est composée de deux segments de droite. Le volume équivalent est le volume à l'intersection des deux droites.

2. Déterminer le volume équivalent.
3. Définir l'équivalence. Quel réactif est limitant avant l'équivalence ? Après l'équivalence ?
4. Déterminer l'expression puis la valeur numérique de c_1 , puis la concentration massique en ions chlorure. Conclure.
5. Justifier les variations de conductivité observées. On donne $\lambda^0(\text{Ag}^{+}) = 6,19 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, $\lambda^0(\text{NO}_3^{-}) = 7,14 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ et $\lambda^0(\text{Cl}^{-}) = 7,64 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

2 Dosage d'une solution de Dakin par étalonnage

La solution de Dakin est un antiseptique utilisé pour le lavage des plaies et muqueuses. Il s'agit d'une solution d'eau de Javel (solution d'hypochlorite de sodium (Na^{+} ; ClO^{-})) à laquelle on a additionné un colorant, le permanganate de potassium (K^{+} ; MnO_4^{-}). C'est ce colorant qui donne sa couleur rose à la solution de Dakin.

Selon le fabricant, la solution de Dakin est préparée pour que la concentration massique en permanganate de potassium soit de $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. L'objectif du TP est de vérifier cette valeur en réalisant un dosage par étalonnage spectrophotométrique.

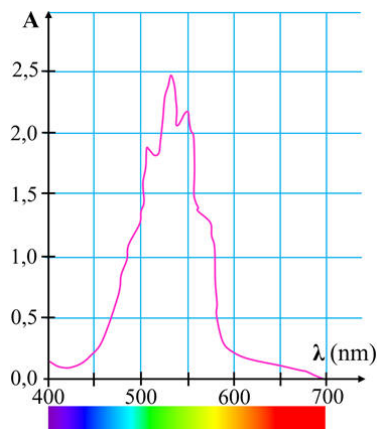
Données : $M(\text{Mn}) = 57,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(\text{K}) = 39,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2.1 Absorbance et spectrophotomètre

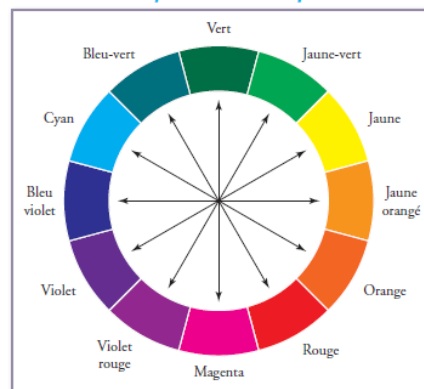
Absorbance Une solution colorée, placée dans une cuve transparente, est éclairée par un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde λ . On note I_0 l'intensité lumineuse du faisceau avant la traversée de la cuve et I celle après la traversée de la cuve. On définit l'**absorbance** :

$$A = \log \left(\frac{I_0}{I} \right)$$

Longueur d'onde absorbée Lorsqu'une substance apparaît colorée, c'est que les radiations qui nous parviennent n'ont pas été absorbées par la solution. Le schéma de droite donne les couleurs complémentaires, reliant les longueurs d'onde absorbées à la couleur qui nous parvient. Le permanganate de potassium absorbe surtout autour de 550 nm (vert et jaune), il nous paraît donc violet.



● Cercle chromatique : couleurs complémentaires



Loi de Beer-Lambert L'absorbance d'une solution est liée à la concentration de l'espèce absorbante par la **loi de Beer-Lambert** :

$$A = \varepsilon \ell c$$

où c est la concentration de l'espèce absorbante, ℓ la longueur de la cuve et ε une constante dépendant de l'espèce considérée.

Spectrophotomètre Un spectrophotomètre est un appareil permettant de mesurer l'absorbance d'une solution colorée par comparaison des intensités lumineuses avant et après traversée de la solution. Pour effectuer des mesures d'absorbance, on se place autant que possible à la longueur d'onde correspondant au maximum de A car c'est à cette longueur d'onde que le spectrophotomètre sera le plus sensible donc fournira les mesures les plus précises.

2.2 Stratégie : analyse théorique

2.2.1 Méthode d'étalonnage

Le dosage de l'ion permanganate dans la solution de Dakin sera réalisé par étalonnage spectrophotométrique.

1. Pourquoi la spectrophotométrie est-elle une méthode adaptée pour ce dosage ?
2. Écrire la relation liant l'absorbance à la concentration de l'ion permanganate.
3. Le spectre d'absorption d'une solution de permanganate de potassium est donné ci-dessus. À quelle longueur d'onde va-t-on régler le spectrophotomètre pour effectuer les mesures d'absorbance ? Justifier.
4. Expliquer pourquoi la solution de Dakin est rose.

2.2.2 Préparation des solutions

Nous avons à disposition une solution de permanganate de potassium de concentration $c_0 = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

5. Quelle est la valeur attendue pour la concentration molaire c de la solution de Dakin ?
6. Avec le matériel fourni, proposer quatre solutions à préparer pour obtenir la droite d'étalonnage ?

2.3 Réalisation du TP

7. Coordonnez-vous avec le groupe voisin et appelez le professeur. Chaque élève doit réaliser une dilution.
8. Mesurer l'absorbance de chacune et établir la droite d'étalonnage. Pour réaliser ces mesures, il peut être utile de consulter la notice.