

Du plomb dans l'est

- **Niveau : terminale S, enseignement spécifique**
- **Durée indicative : 2 h**
- **Extrait du programme :**

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Contrôle de la qualité par dosage Dosages par titrage direct. Réaction support de titrage ; caractère quantitatif. Équivalence dans un titrage ; repérage de l'équivalence pour un titrage pH-métrique, <u>conductimétrique</u> et par utilisation d'un indicateur de fin de réaction.</p>	<p>Établir l'équation de la réaction support de titrage à partir d'un protocole expérimental. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage par le suivi d'une grandeur physique et par la visualisation d'un changement de couleur, dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du <u>contrôle de la qualité</u>.</i></p>

- **Déroulement de la séance :**

Cette séance intervient après l'étude des dosages par étalonnage (conductimétrie) dans la partie « contrôles de qualité » et après quelques rappels sur les titrages (réaction support, caractère quantitatif, équivalence d'un titrage..).

La séance se déroule en 3 étapes.

Étape 1 : le document est distribué aux élèves au début de la séance. Tout le matériel nécessaire est préalablement mis en place sur chacune des paillasses des élèves. Ceux-ci réfléchissent par binôme à la problématique et à la mise en œuvre de la démarche expérimentale.

Étape 2 : mise en œuvre du titrage conductimétrique.

Étape 3 : détermination du volume équivalent, détermination de l'équation de la réaction support du titrage, détermination de la concentration molaire en plomb, détermination de la concentration massique en plomb, calculs d'incertitude, réponse à la problématique.

Étape 4 : pour travailler la compétence « communiquer », on peut demander un compte-rendu écrit ou oral en remplaçant la dernière phrase des consignes par la phrase suivante :

Enregistrer un compte-rendu n'excédant pas 3 minutes présentant votre démarche et la réponse à la problématique en tenant compte des incertitudes de mesures. Joindre les documents (graphes et calculs) qui permettent de justifier les résultats énoncés.

- **Remarques et conseils :**

- **Document 3 :**

Le document 3 n'est pas nécessaire si les élèves ont déjà réalisé un titrage conductimétrique auparavant. Il peut être donné en « joker » pour des élèves n'ayant pas acquis cette compétence.

- **Déchets**

Récupérer les sels de plomb dans un bidon de récupération.

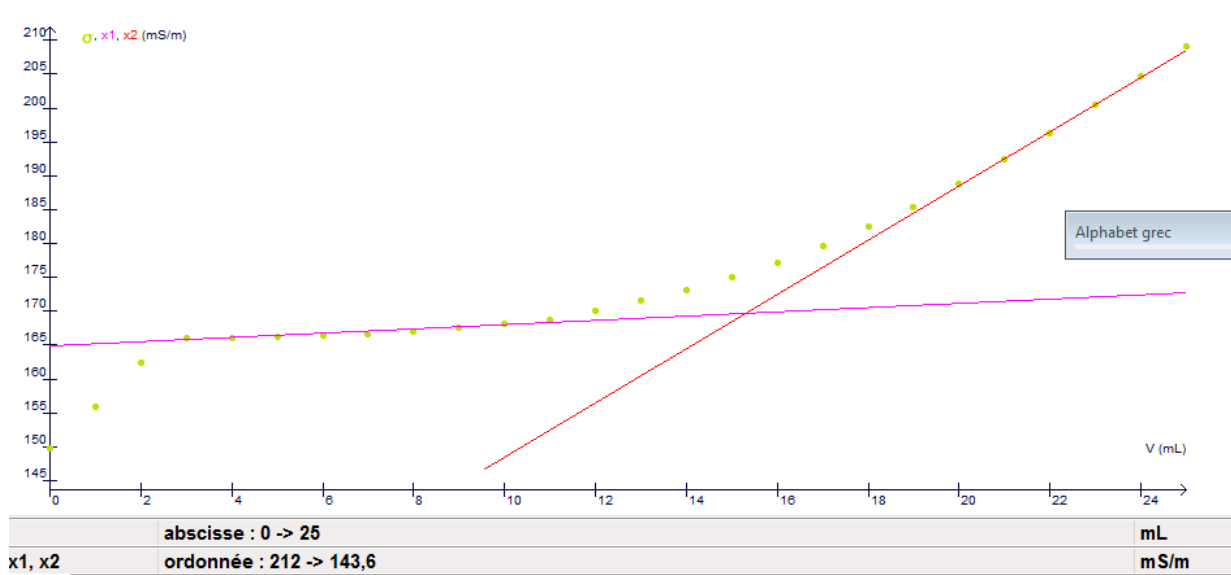
- **Échantillon d'eau de la Murée**

L'échantillon fictif est préparé au lycée, il s'agit d'une solution de nitrate de plomb de concentration supérieure à la valeur autorisée par l'arrêté préfectoral qui permet le titrage des ions plomb II par les ions iodure (Ks atteint).

• **Précision**

Il faut ajouter environ 50 mL d'eau distillée pour avoir la meilleure linéarité possible.

Lors des premiers millilitres la conductivité augmente fortement : ceci est dû au fait qu'on n'a pas encore atteint les conditions de précipitations de l'iodure de plomb ($K_s = 7,9 \times 10^{-9}$)



• **Exploitation**

$V_{1E} = 12,8 \text{ mL}$

L'équation de cette réaction est : $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{s})$

D'où $n_i(\text{Pb}^{2+}) = n_i(\text{I}^{-})/2$ à l'équivalence.

$n_i(\text{Pb}^{2+}) = C_1 \cdot V_{1E}/2 = 0,5 \times 5,00 \times 10^{-2} \times 12,8 \times 10^{-3} = 3,20 \times 10^{-4} \text{ mol}$

Concentration molaire en plomb dans l'eau : $C(\text{Pb}) = [\text{Pb}^{2+}] = n_i(\text{Pb}^{2+})/V = 1,60 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

Concentration massique en plomb dans l'eau : $c_m = [\text{Pb}^{2+}] \times M(\text{Pb}) = 3,32 \text{ g/L}$

Calcul de l'incertitude

$$\frac{DC(\text{Pb})}{C(\text{Pb})} = \sqrt{\left(\frac{DC_1}{C_1}\right)^2 + \left(\frac{DV_E}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{DV}{V}\right)^2}$$

$$\frac{DC(\text{Pb})}{C(\text{Pb})} = \sqrt{\left(\frac{0,01 \times 10^{-2}}{5,00 \times 10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{12,8}\right)^2 + \left(\frac{0,3}{20}\right)^2} = 1,70 \times 10^{-2}$$

$$DC_m = DC(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb}) = \frac{DC(\text{Pb})}{C(\text{Pb})} \cdot C(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb})$$

$$DC_m = 1,70 \times 10^{-2} \times 1,6 \times 10^{-2} \times 207,2 = 5,65 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

En majorant, $DC_m = 0,06 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

$$C_m = (3,32 \pm 0,06) \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Conclusion

En tenant compte des incertitudes, la concentration massique dans l'eau de la rivière est nettement supérieure à la concentration autorisée par l'arrêté préfectoral

$C_{m \text{ max}} = 3,32 + 0,06 = 3,38 \text{ g/L} = 3,38 \times 10^6 \text{ } \mu\text{g/L} \gg 250 \text{ } \mu\text{g/L}$.

La décision de justice est donc justifiée.

▪ **Matériel**

Matériel élèves (par poste)	Produits élèves (par poste)
<input type="checkbox"/> Conductimètre + cellule <input type="checkbox"/> 1 burette graduée <input type="checkbox"/> 2 pots de yaourt <input type="checkbox"/> 1 Béchers de 150 mL <input type="checkbox"/> 1 bécher <input type="checkbox"/> 1 barreau aimanté <input type="checkbox"/> 1 agitateur magnétique <input type="checkbox"/> 1 éprouvette graduée de 50 mL <input type="checkbox"/> 1 pipette jaugée de 20,0 mL	<input type="checkbox"/> Solution d'iodure de potassium de concentration $5,0 \times 10^{-2}$ mol/L <input type="checkbox"/> 100 mL d'une solution de nitrate de plomb de concentration $2,0 \times 10^{-2}$ mol/L <input type="checkbox"/> Eau distillée

Bureau

- | |
|---|
| <input type="checkbox"/> Papier absorbant
<input type="checkbox"/> Bidon de récupération des sels de plomb |
|---|