

## Ça va chauffer !

La neige tombe, les mains commencent à s'engourdir et le refuge est encore loin. Le randonneur sort alors de son sac à dos une pochette en plastique, remplie d'un liquide transparent et appuie sur un petit disque métallique placé à l'intérieur : le liquide commence à se solidifier tout en dégageant une douce chaleur. Malheureusement, mêmes neuves, certaines chaufferettes sont défectueuses. Est-ce dû à une erreur de composition ?

**Comment exploiter un titrage par suivi conductimétrique pour déterminer une masse ?**

### Doc 1 : Principe d'une chaufferette

Une chaufferette chimique contient une solution d'éthanoate de sodium  $\text{H}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq})$  à 20 % en masse minimum. La solution reste liquide à une température inférieure à sa température de fusion. La solidification s'amorce grâce à la déformation d'un disque craquelé contenu dans la chaufferette. Les craquelures microscopiques renferment des grains d'éthanoate de sodium solide qui sont éjectés lors de la déformation du disque. Ces grains induisent une solidification de la solution et un transfert d'énergie thermique.

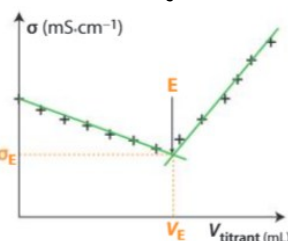
D'après La physique buissonnière, J-M. COURTY, E. KIERLIK, Ed. Belin/Pour la Science.

### Doc 2 : Principe du titrage par suivi conductimétrique

• Un titrage est une technique qui permet de déterminer la concentration d'une espèce chimique en solution reposant sur une réaction chimique, totale et rapide, entre l'espèce à titrer et l'espèce titrante.

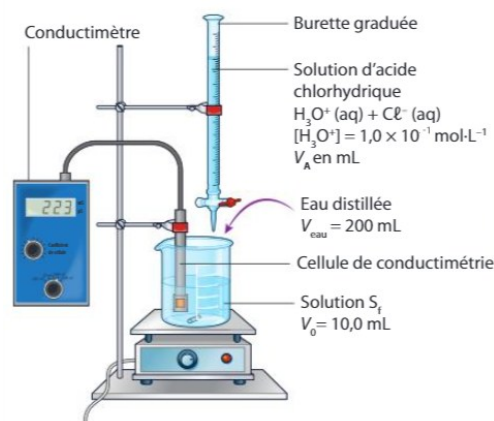
• Le titrage conductimétrique est une méthode qui consiste à suivre l'évolution de la conductivité  $\sigma$  d'une solution lorsqu'on y introduit, petit à petit, une solution titrante. Il se produit une réaction entre les espèces titrée et titrante : des ions peuvent apparaître, disparaître, ce qui modifie la conductivité de la solution.

• Avant l'équivalence, la conductivité varie de façon affine en fonction du volume versé, et après l'équivalence, la courbe reste une droite mais la pente est différente. Le changement de pente permet de déterminer le volume à l'équivalence  $V_E$



### Doc 3 : Dispositif du titrage

La solution contenue dans une chaufferette défectueuse a été diluée 25 fois afin d'obtenir 250 mL de solution diluée, noté  $S_f$ .



### Document 4 : Incertitude de type B

• La valeur réelle, exacte, d'une grandeur physique, appelée sa valeur vraie, n'est jamais accessible. La valeur accessible est sa valeur mesurée dans le cadre d'un protocole expérimental et à l'aide d'instruments de mesure.

• L'incertitude-type fournit une estimation de l'étendue des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à la grandeur.

• Lorsque l'on fait un titrage est que l'on détermine le volume équivalent, la mesure est unique. On ne peut donc pas faire de moyenne, ni d'écart type.

• On considère que l'incertitude du résultat est due à la qualité de l'instrument de mesure, la précision des concentrations des solutions utilisées...

• On note l'incertitude type d'une mesure  $X$ ,  $u(X)$  et on a pour pourcentage massique en éthanoate de sodium :

$$u(\%m) = \%m \times \sqrt{\left(\frac{u([\text{H}_3\text{O}^+])}{[\text{H}_3\text{O}^+]}\right)^2 + \left(\frac{u(\rho)}{\rho}\right)^2 + \left(\frac{u(V_0)}{V_0}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{\text{fiole}})}{V_{\text{fiole}}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{\text{pipette}})}{V_{\text{pipette}}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2}$$

**Document 4 : Données**

- Couples acide-base :  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}(\text{aq}) / \text{CH}_3\text{CO}_2^- (\text{aq})$  ;  $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  ;  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) / \text{HO}^- (\text{aq})$
- Concentration de la solution d'acide chlorhydrique  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- Masse molaire de l'éthanoate de sodium :  $M(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}) = 82,0 \text{ g.mol}^{-1}$
- Masse volumique de la solution contenue dans la chaufferette :  $\rho = 1,15 \pm 0,03 \text{ g.mL}^{-1}$
- Précision :

Verrerie	Burette graduée de 25,0 mL	Fiole jaugée de 250,0mL	Pipette jaugée de 20,0 mL	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	Pipette de 10,0mL
Précision u(X)				0,01 mol.L <sup>-1</sup>	

**Protocole expérimental**

- 1) Proposer un protocole permettant de réaliser la solution  $S_f$ , sachant qu'elle est obtenue en diluant 25 fois la solution  $S_1$ .
- 2) Réaliser le titrage conductimétrique.

**Exploitation**

- 3) Etablir l'équation du titrage.
- 4) Tracer le graphique  $\sigma = f(\text{VA})$  et déterminer graphiquement le volume à l'équivalence.
- 5) Déterminer la concentration en quantité de matière en éthanoate de sodium de la solution contenue dans la chaufferette.
- 6) En déduire la concentration en masse en éthanoate de sodium de la solution contenue dans la chaufferette.
- 7) Déduire le pourcentage massique en éthanoate de sodium de la solution contenue dans la chaufferette.
- 8) Proposer un encadrement du pourcentage massique. Commenter.