

## TP12

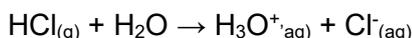
## Dosage d'une solution de détartrant WC

► Les solutions qui permettent de détruire le tartre (ou calcaire) de formule  $\text{CaCO}_3$  (**carbonate de calcium**) doivent être acides. Ainsi les ions hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$ , présents en grande quantité dans la solution acide peuvent agir sur le tartre selon la réaction:



► Une solution détartrante d'Harpic peut être assimilée à une solution de chlorure d'hydrogène, appelée également acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ )

L'**acide chlorhydrique** est obtenu par dissolution de chlorure d'hydrogène  $\text{HCl}_{(g)}$  dans de l'eau



► On désire déterminer la concentration en chlorure d'hydrogène dans une solution d'Harpic®, en réalisant plusieurs dosages par une solution d'hydroxyde de sodium, ou **soude** ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{OH}^-$ )

## Dilution de l'Harpic

► Pour l'expérience suivante, la solution d'Harpic® est trop concentrée pour être directement utilisée : la solution doit être **diluée 20 fois**.

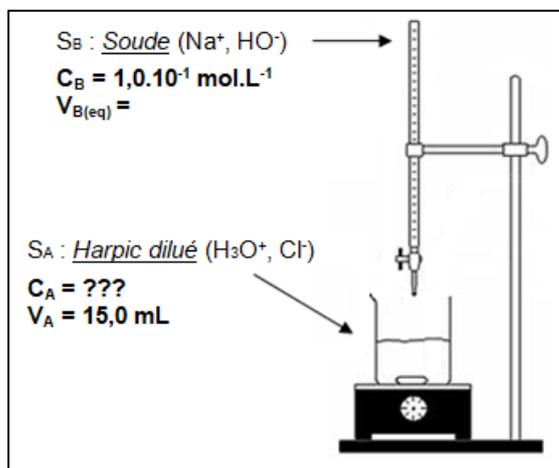
→ Rédiger le protocole qui permet de réaliser la dilution à l'aide du matériel suivant :

- fioles jaugées de 50 mL, 100 mL, 250 mL
- pipettes jaugées de 5 mL, 10 mL, 20 mL

- Réaliser la dilution de la solution d'Harpic

## Présentation des dosages

↪ Au cours de la réaction, les ions  $\text{HO}^-$  de la soude réagissent avec les ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  de la solution d'Harpic, selon la réaction :  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$



↪ On appelle:

$[\text{H}_3\text{O}^+] = C_A$ , la concentration en quantité de matière des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  dans l'Harpic dilué

$[\text{HO}^-] = C_B = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ , la concentration en quantité de matière des ions  $\text{HO}^-$  dans la soude

$V_{B(\text{eq})}$ , le volume de la soude versé à l'équivalence du dosage

$V_A$ , le volume d'Harpic dilué dosé

→ Donner la définition de l'équivalence d'un dosage

→ Trouver la relation qui existe entre la quantité de  $\text{HO}^-$  versée à l'équivalence, et la quantité de  $\text{H}_3\text{O}^+$  présente

initialement dans le bécher.

→ En déduire la relation permettant de déterminer la concentration  $C_A$ , en fonction de  $C_B$ ,  $V_{B(\text{eq})}$  et  $V_A$

## Dosage 1/ dosage colorimétrique

→ Que peut-on dire du pH de la solution dans le bécher à l'équivalence ?

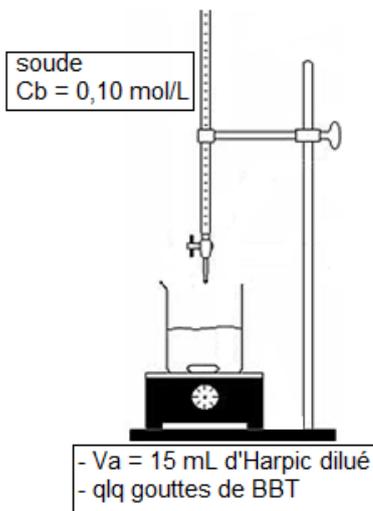
▪ Les espèces intervenant lors de ce dosage ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{HO}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) sont toutes incolores ; pour détecter l'équivalence, on utilise un **indicateur coloré**, rajouté dans le Destop dilué en début de dosage.

→ Donner la définition d'un indicateur coloré

→ Justifier pourquoi on utilise, dans le dosage du Destop, le **BBT (bleu de bromothymol)**, dont on donne ci-dessous les différentes couleurs selon le pH de la solution dans laquelle il est versé

Couleur du BBT		
<b>pH inférieur à 6</b>	<b>Entre 6 et 7,6</b>	<b>pH supérieur à 7,6</b>
jaune	vert	bleu

→ Expliquer les changements de couleurs observées au cours du dosage.

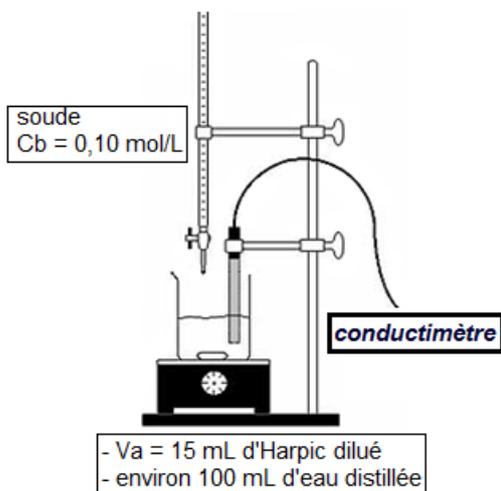


- Rincer la burette avec la soude.
- Remplir la burette avec la soude ; ajuster le zéro.
- Verser  $V_A = 15,0 \text{ mL}$  d'Harpic dilué dans l'erenmeyer ; rajouter quelques gouttes de bleu de Bromothymol (BBT).
- Mettre le turbulent dans l'erenmeyer. Placer l'erenmeyer sur l'agitateur magnétique. Intercaler une feuille de papier blanc entre l'eren et l'agitateur.
- Verser la soude dans le bécher jusqu'au changement de couleur de l'indicateur coloré.

→ Noter le volume de soude  $V_{B1(eq)}$  versé à l'équivalence

→ Refaire un 2<sup>nd</sup> dosage, et noter  $V_{B2(eq)}$ , le volume de soude versé à l'équivalence

## Dosage 2/ dosage conductimétrique



- Remplir la burette avec la soude ; ajuster le zéro.
- Verser  $V_A = 15,0 \text{ mL}$  d'Harpic dilué dans un grand bécher ; rajouter environ 100 mL d'eau distillée.
- Mettre le turbulent dans le bécher.
- Placer le bécher sur l'agitateur magnétique.
- Placer la sonde du conductimètre (préalablement étalonné dans le bécher)
- Verser la soude dans le bécher et noter la valeur de la conductivité pour chaque ajout de soude :

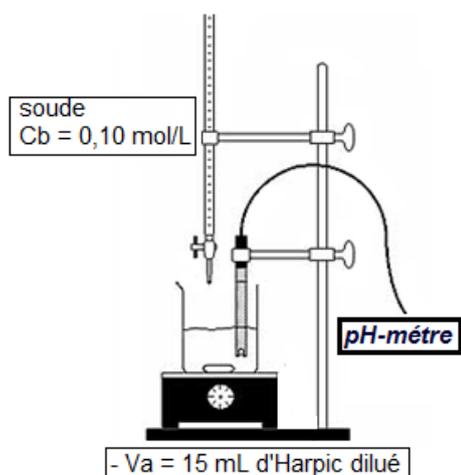
de 0 mL à 10 mL : verser la soude de 2 mL en 2 mL

de 10 mL à 17 mL : verser la soude de 1 mL en 1 mL

de 17 mL à 25 mL : verser la soude de 2 mL en 2 mL

→ Tracer la courbe  $\sigma = f(V_B)$  puis déterminer le volume de soude versé à l'équivalence  $V_{B3(eq)}$

## Dosage 3/ dosage pH-métrique



- Remplir la burette avec la soude ; ajuster le zéro.
- Verser  $V_B = 15,0$  mL d'Harpic dilué dans un petit bécher
- Mettre le turbulent dans le bécher.
- Placer le bécher sur l'agitateur magnétique.
- Placer la sonde du pH-mètre (préalablement étalonné dans le bécher)
- Verser la soude dans le bécher et noter la valeur du pH pour chaque ajout de soude :
  - de 0 mL à 8 mL : verser la soude de 2 mL en 2 mL
  - de 8 mL à 12 mL : verser la soude de 1 mL en 1 mL
  - de 12 mL à 16 mL : verser la soude de 0,5 mL en 0,5 mL
  - de 16 mL à 20 mL : verser la soude de 1 mL en 1 mL
  - de 20 mL à 25 mL : verser la soude de 2 mL en 2 mL

→ Tracer la courbe  $pH = f(V_B)$  puis déterminer  $V_{B4(eq)}$  le volume de soude versé à l'équivalence en utilisant la méthode des tangentes.

→ Tracer la courbe  $\frac{d(pH)}{d(V_B)} = f(V_B)$  puis déterminer  $V_{B5(eq)}$  le volume de soude versé à l'équivalence.

## Analyse des résultats

### Concentration en quantité de matière de chlorure d'hydrogène

→ Calculer la moyenne des valeurs obtenues pour  $V_{B(eq)}$

→ Calculer  $C_A$ , la concentration en quantité de matière de chlorure d'hydrogène dans la solution diluée d'Harpic

→ Exprimer la valeur de  $C_A$  avec son incertitude sachant que  $\left(\frac{u C_A}{C_A}\right)^2 = \left(\frac{u C_B}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{u V_{B(eq)}}{V_{B(eq)}}\right)^2 + \left(\frac{u V_A}{V_A}\right)^2$

$$V_A = (15,00 \pm 0,07) \text{ mL}$$

$$C_B = (100,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$u(V_{B(eq)}) = 0,3 \text{ mL}$$

→ Calculer  $C$ , la concentration en quantité de matière de chlorure d'hydrogène dans la solution commerciale d'Harpic; exprimer le résultat avec son incertitude

### Concentration en masse de chlorure d'hydrogène

→ Calculer  $C_m$ , la concentration en masse de chlorure d'hydrogène dans l'Harpic; exprimer le résultat avec son incertitude ;  $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

→ En déduire la masse de chlorure d'hydrogène dissout dans 1L de solution d'Harpic ; exprimer le résultat avec son incertitude

### Pourcentage massique

→ Sachant que la masse volumique de l'Harpic est de 1,03 g/mL, donner la masse de 1 L de solution d'Harpic

→ Définir, puis calculer, le pourcentage en masse du chlorure d'hydrogène dans la solution d'Harpic.

→ Conclure et valider les résultats en calculant un écart relatif et un Z score.