

**Activité Expérimentale 1**« Dosage colorimétrique et conductimétrique d'une solution d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$  »

Nom : .....

Nom : .....

**Introduction**

L'entreprise chimique Allabase- Cétainasside demande à un laboratoire d'analyses de déterminer le plus précisément possible la concentration notée  $C_b$  d'une solution  $S_1$  d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$  qu'elle utilise régulièrement.

Loris Quaigrand, le directeur du Laboratoire confie à une stagiaire Jenny Kompran-Rihain le soin de faire les analyses mais en lui précisant qu'elle devra mettre au point une technique rapide et fiable ...

Il faut donc aider Jenny à tester **2 méthodes de dosage** (colorimétrique et conductimétrique) pour ensuite choisir la plus fiable et la plus rapide.

**Principe du dosage colorimétrique et conductimétrique d'une solution :**

L'idée générale est de faire réagir l'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) solution  $S_1$  avec une solution  $S_2$  d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ) de façon à consommer toute la quantité initiale  $n_{\text{HO}^-}^{\text{initiale}}$  d'ions hydroxyde  $\text{HO}^-$  contenue dans un certain volume  $V_1$  de la solution  $S_1$  et de repérer le volume d'acide versé nécessaire : Ce volume d'acide versé sera appelé  $V_{\text{éq}}$  volume à l'équivalence.

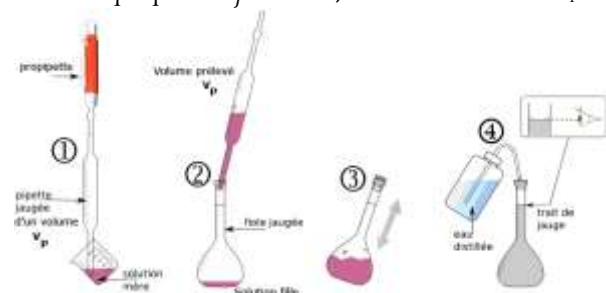
Lorsque toute la quantité initiale  $n_{\text{HO}^-}^{\text{initiale}}$  d'ion hydroxyde  $\text{HO}^-$  sera consommée on parlera d'équivalence.

Une fois le volume  $V_{\text{éq}}$  versé d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ), il sera possible de déterminer la quantité  $n_{\text{HO}^-}^{\text{initiale}}$  versée et ainsi de déterminer sa concentration molaire  $C_b$

**I Dosage par colorimétrie de la solution S1 d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) :****1- Dilution de la solution S2 d'acide chlorhydrique  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$** 

La solution  $S_2$  d'acide chlorhydrique, de concentration molaire  $C_a = 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ , étant trop concentrée, il faut la diluer **10 fois** pour obtenir une solution notée  $S'_2$  de concentration molaire  $C'_a$ .

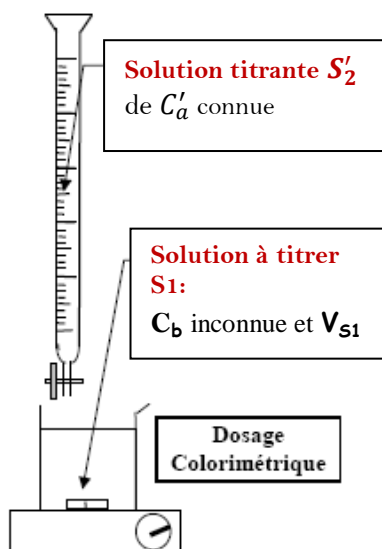
On veut préparer  $V_f = 200,0 \text{ mL}$  de solution  $S_1$ .



**Rappel :** lors d'une dilution,

$$n_{\text{mère}}^{\text{prélevé}} = n_{\text{filles}}^{\text{introduite}}$$

**Répondre à la question Q1**  
puis réaliser cette solution  $S'_2$

**2- Réalisation du montage de titrage par colorimétrie:**

**Solution titrante  $S'_2$**   
de  $C'_a$  connue

**Solution à titrer  $S_1$ :**  
 $C_b$  inconnue et  $V_{S1}$

**Dosage Colorimétrique**

**Préparation du bécher : Solution à titrer**

- Prélever un volume  $V_{S1} = 10,0 \text{ mL}$  de la **solution  $S_1$  d'hydroxyde de sodium** avec une pipette jaugée, le verser dans un bécher, déposer le sur l'agitateur magnétique et introduire le barreau aimanté.

**Préparation de la burette: Solution titrante  $S'_2$** 

- Nettoyer la burette. Voir ci-contre  
- Remplir la burette avec la solution  $S'_2$  titrante **acide chlorhydrique** de concentration  $C'_a$ , **robinet fermé.**

**Utilisation d'une burette :**

- **Nettoyage de la burette :** Avec de l'eau distillée, verser quelques mL sur les parois après avoir ouvert le robinet et mis un bécher poubelle. Effectuer la même chose avec la solution titrante.
- **Le zéro :** verser la solution titrante au dessus du zéro puis ajuster le pincement du ménisque sur le zéro.
- **Lecture :** L'œil au niveau du ménisque la lecture se fait sur le pincement.

### 3- Choix de l'indicateur coloré :

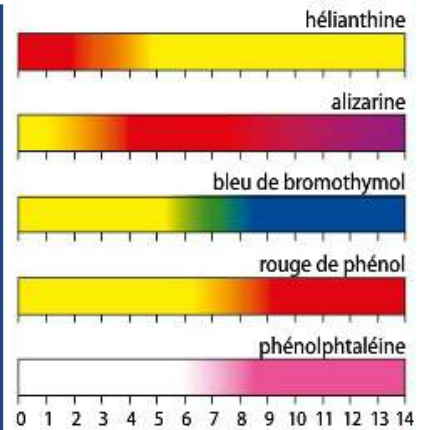
#### Choix de l'indicateur coloré

Le suivi colorimétrique d'un dosage peut s'effectuer en ajoutant à la solution à titrer – ici la solution **indicateur coloré** qui va changer de couleur à l'équivalence. La détermination du volume équivalent  $V_E$  s'effectue alors par mesure directe du volume de solution titrant versé sur la burette au moment du changement de couleur.

Par exemple, lors d'un titrage acido-basique, **si** le pH à l'équivalence ( $pH_E$ ) est connu à l'avance et que les solutions sont incolores, il faut choisir **un indicateur coloré acido-basique**.

L'indicateur coloré devra être choisi avec une zone de virage (zone changement de couleur) qui englobe la valeur du pH à l'équivalence.

**Ci-contre:** les couleurs et zones de virage de quelques indicateurs colorés usuels en fonction du pH.



Jenny Kompran-Rihain s'est renseignée et a trouvé un  $pH_E$  à l'équivalence égale à 7,0

**L'indicateur le plus adapté sera donc .....**

#### APPEL 1 : Appeler le professeur pour vérification du choix de l'indicateur et de votre montage

**Question 1 :** Calcul rigoureux du volume  $V_p$  à prélever de la solution  $S_2$  d'acide chlorhydrique ( $H_3O^+ + Cl^-$ ) pour fabriquer la solution :

	Calcul de la concentration molaire $C'_a$
--	---

Précisez

la verrerie à utiliser nécessaire à la dilution

#### Revenir Au paragraphe I-2

- Verser une dizaine de gouttes de l'indicateur coloré adéquat dans le bécher contenant la solution  $S_1$ .
- Découper une feuille blanche à la dimension de l'agitateur magnétique et la déposer sous le bécher.
- Réaliser le titrage en versant doucement la solution  $S_2$  et déterminez le volume à l'équivalence en arrêtant de verser dès le changement de couleur.

Par colorimétrie :  $V_{eq1} = \dots\dots\dots$

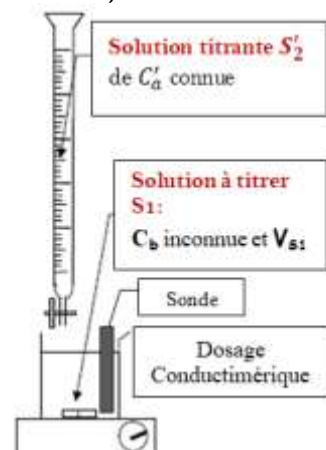
#### APPEL 2 : Appeler le professeur pour vérification du volume $V_{eq1}$

### II Dosage par conductimétrie de la solution $S_1$ d'hydroxyde de sodium ( $Na^+ + HO^-$ ) :

#### 1- Montage et dosage :

- Remplir la burette.
- Verser  $V_{S1} = 10,0$  mL de la solution  $S_1$  d'hydroxyde de sodium
- Ajouter environ 10 mL d'eau distillée (éprouvette) dans le bécher.
- Immerger la sonde conductimétrique dans le bécher: Elle ne doit pas toucher l'agitateur.
- Noter la première valeur de la conductivité dans le fichier « dosage-NaOH-conductimetre.xlsx » (capneuronal)
- Verser 1 mL de la solution  $S_2$ , attendre quelques seconde et noter la nouvelle valeur de la conductivité. Refaire la mesure jusqu'à un volume de 25 mL

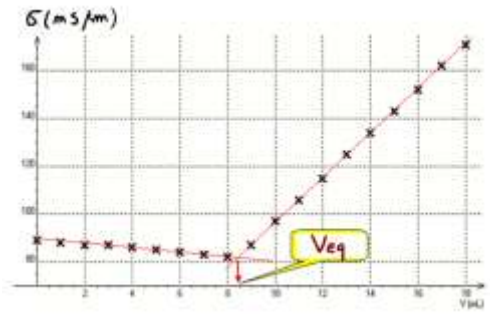
Imprimer la courbe  $\sigma = f(V_{versé})$



**2- Interprétation de la courbe  $\sigma = f(V_{versé})$**

La courbe  $\sigma = f(V_{versé})$  est constituée de 2 droites. Le volume à l'équivalence  $V_{éq2}$  est obtenu à l'intersection de ces 2 droites.

Graphiquement,  $V_{éq2} = \dots\dots\dots$



**APPEL 3 : Appeler le professeur vérifier  $V_{eq2}$**

**Remarque :** Pour la suite vous utiliserez  $V_{éq} = \dots\dots\dots$

**III Détermination de la concentration  $C_b$  de la solution S1 d'hydroxyde de sodium :**

**1- Equation de la réaction de titrage** entre la solution d'hydroxyde de sodium ( $Na^+ + HO^-$ ) et la solution acide chlorhydrique ( $H_3O^+ + Cl^-$ )

**a- Ions présents dans le bécher :**

Lorsque vous avez versé de la solution  $S'_2$  dans le bécher, quels sont les ions présents dans le bécher.

.....

Quels sont les ions spectateurs qui n'apparaissent jamais dans une équation de réaction ?

.....

**b- La réaction de titrage** est une réaction acido-basique. **Elle est totale, rapide et unique.**

- Identifier les réactifs de la réaction et les couples acide/base mis en jeu

Réactifs		
couples		

- Ecrire les demi-équations de chaque couple de façon à placer les réactifs à gauche et les produits à droite



Additionner membre à membre les demi-équations pour obtenir l'équation acide-base

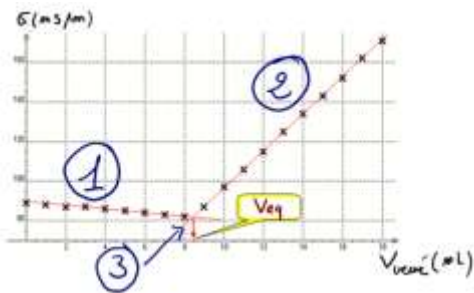


**2- Calcul de la concentration  $C_b$  de la solution S1**

<p>D'après l'équation de titrage, à l'équivalence, la quantité <math>n_{HO^-}^{initiale}</math> est égale à la quantité <math>n_{H_3O^+}^{versée}</math>. (Même raisonnement qu'une dilution !)</p>	<p>Calcul la concentration <math>C_b</math></p>
---	---

**IV- Interprétation de l'allure de la courbe**

Réécrire l'équation de réaction de titrage



**1- Avant l'équivalence : partie 1**, quels sont les ions présents ? Justifier

.....  
.....  
.....

**Au fur et à mesure du versement de la solution  $S'_2$  sur la partie 1**

Quelle est la concentration qui diminue ?  
[ ..... ]

Quelle est la concentration qui est nulle ?  
[ ..... ] = 0,0 mol/L

Quelle est la concentration qui est constante ?  
[ ..... ] = constante

Quelle est la concentration qui augmente ?  
[ ..... ]

Pourquoi la solution dans le bécher est-elle rose au début ? .....

**2- A l'équivalence : partie 3**

Quelles sont les 2 concentrations qui sont nulles ?

[ ..... ]<sub>éq</sub> = [ ..... ]<sub>éq</sub> = 0 mol/L

Quelles est l'expression de la conductivité à l'équivalence ?

$$\sigma_{eq} = \dots\dots\dots$$

3- Après l'équivalence, partie 2 : quels sont les ions présents ? Justifier .....

**Au fur et à mesure du versement de la solution S<sub>2</sub>' sur la partie 2**

Quelle est la concentration qui diminue ?

[ ..... ]

Quelle est la concentration qui est constante ?

[ ..... ] = constante

Quelle est la concentration qui est nulle ?

[ ..... ] = 0,0 mol/L

Quelles sont les concentrations qui augmentent ?

[ ..... ] [ ..... ]

**III- Rapport et calcul des incertitudes :**

- la burette est de classe A. L'incertitude élargie  $\Delta V_{burette} = 0,03$  mL ce qui signifie par exemple que pour un volume lu de 12,0 mL, la valeur du volume est  $V_{burette} = (12,00 \pm 0,03)$  mL

- La pipette jaugée est de classe A, l'incertitude élargie est alors 0,02 mL le volume prélevé est donc  $V = (50,00 \pm 0,02)$  mL donc l'incertitude est  $\Delta V_{pipette} = 0,02$  mL

- la solution titrante est une solution S2 d'acide chlorhydrique ( $H_3O^+ + Cl^-$ ) de concentration  $C_a = 8,5 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup> L'incertitude élargie sur  $C_a$  est de  $\Delta C_a = 0,5$  mmol.L<sup>-1</sup>

Pour la méthode de colorimétrie, l'incertitude élargie est de  $\Delta V_{colorimétrie} = 1$  mL

Pour le méthode avec le conductimètre, l'incertitude élargie est de  $\Delta \sigma = 0,02$  mS/cm

**1- Formule de calcul d'incertitude relative de  $\Delta C_b$  suivant la technique utilisée :**

$$\frac{\Delta C_b}{C_b} = \sqrt{\left(\frac{\Delta V_{burette}}{V_{eq}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_{pipette}}{V_{pipette}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C_a}{C_a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_{colorimétrie}}{V_{eq}}\right)^2 \text{ ou } \left(\frac{\Delta \sigma}{\sigma_{Eq}}\right)^2}$$

Remarque : suivant la technique utilisée, des termes de cette formule peuvent disparaître.

Calculer

Exprimez  $C_b = C_b \pm \Delta C_b$  dans le cas du dosage colorimétrique et le dosage conductimétrique

.....

Quelle est d'après la méthode la plus précise ? .....

**2- Calcul de la conductivité  $\sigma_0$  de la solution S1 avant le dosage. Vérifier avec la courbe  $\sigma=f(V)$**

	$H_3O^+$	$HO^-$	$Cl^-$	$Na^+$
$\lambda(mS \cdot m^2/mol)$	34,98	19,98	7,63	5,01