

TP N° 3 :
Dosage volumétrique de deux produits domestiques :
l'esprit de sel et le déboucheur

I- But du TP

Le but de ce TP est de doser deux produits domestiques contenant de l'acide chlorhydrique (esprit de sel) et de la soude (déboucheur). Pour cela, on réalise à partir d'un échantillon de solution commerciale une solution diluée que l'on dose en présence d'un indicateur coloré adapté.

II- Rappels théoriques

II-1 L'esprit de sel

L'acide chlorhydrique, connu autrefois sous le nom d'**acide muriatique** ou **esprit de sel**, désigne une solution aqueuse incolore de chlorure d'hydrogène (HCl) composée d'ions hydronium, H_3O^+ , et d'ions chlorure, Cl^- . L'acide chlorhydrique est un monoacide fort qui se dissocie totalement dans l'eau. Acide fort, très corrosif, il est aussi, paradoxalement, le constituant principal du suc gastrique de l'estomac.

Dans la vie de tous les jours, l'acide chlorhydrique peut servir à détartrer ou désinfecter des sanitaires. Mais, il est principalement utilisé dans l'industrie. Il sert par exemple à la fabrication des engrais, décapage des métaux, traitement des minerais, fabrication des colorants,... Il peut également être employé comme agent d'hydrolyse, catalyseur ou réactif analytique par les industries pharmaceutiques ou du secteur de la plasturgie, entre autres.

L'acide chlorhydrique est un produit dangereux, son utilisation demande donc des précautions. C'est un produit irritant qui peut provoquer de graves brûlures. Il est non combustible mais la formation d'hydrogène en cas de contact avec certains métaux peut rendre l'atmosphère explosive.

II-2 Le déboucheur

Le déboucheur est une solution aqueuse à base d'hydroxyde de sodium NaOH appelé également **soude caustique**. L'hydroxyde de sodium est un solide ionique (sous forme de perles, paillettes,...) constitué de cations sodium, Na^+ et d'anions hydroxyde OH^- . La solution aqueuse d'hydroxyde de sodium est également dénommée « lessive de soude ».

L'hydroxyde de sodium, est l'une des substances chimiques les plus utilisées en laboratoire et en milieu industriel, pour la fabrication de pâtes à papier et produits chimiques divers : plastiques, textiles de synthèse, produits de nettoyage à usage ménager ou industriel, production d'essence et de biodiesel, de savons ou encore pour le traitement de l'aluminium. C'est aussi un additif alimentaire (E524). Les principaux produits, renfermant de la soude, utilisés par le grand public sont les décapants pour four et les déboucheurs de canalisation d'eau.

L'hydroxyde de sodium est un produit dangereux. Il réagit violemment avec l'eau, les acides et certains métaux. La soude caustique est irritante et corrosive pour la peau, les yeux, les voies respiratoires et digestives. Elle doit être manipulée avec précaution.

III- Manipulations

III-1 Principe

Il s'agit dans ce TP de réaliser un dosage volumétrique et colorimétrique acido-basique pour déterminer le pourcentage massique en HCl et en NaOH respectivement de la solution d'esprit de sel et de déboucheur. Pour cela :

- le dosage de l'acide contenu dans la solution d'esprit de sel s'effectue avec la solution titrée de soude,
- le dosage de la base contenue dans le liquide déboucheur s'effectue avec la solution titrée d'acide chlorhydrique.

III-2 Matériel et produits

Matériel	Produits
<ul style="list-style-type: none"> - Bêchers - Erlenmeyers - Pipette graduée de 10 mL - Fiole jaugée de 100 mL - Burette - Balance 	<ul style="list-style-type: none"> - Esprit de sel de commerce - Déboucheur de commerce - Solution de soude (NaOH) 0,1 M - Solution d'acide chlorhydrique 0,1 M - Bleu de bromothymol (BBT) - Eau distillée

III-3 Mode opératoire

III-3-1 Détermination de la masse volumique de la solution d'esprit de sel et de déboucheur

- Peser une fiole vide $\Rightarrow m_0$.
- Remplir la fiole avec la solution et peser la fiole remplie $\Rightarrow m$. On aura donc :

$$\rho_{\text{solution}} = \frac{m - m_0}{V_{\text{fiole}}}$$

III-3-2 Dosages

A- Esprit de sel

a) Dilution de la solution commerciale (S_0)

On veut effectuer une dilution de 50.

Solution mère (S_0) : C_M, V_M Solution fille (S_1) : $V_F = 100 \text{ mL}$ et $F = \frac{C_M}{C_F} = 50$.

Le facteur de dilution F étant égal à 50 $\Rightarrow V_M = \frac{V_F}{F} = 2 \text{ mL}$.

b) Dosage de la solution diluée d'esprit de sel (S_1) par NaOH

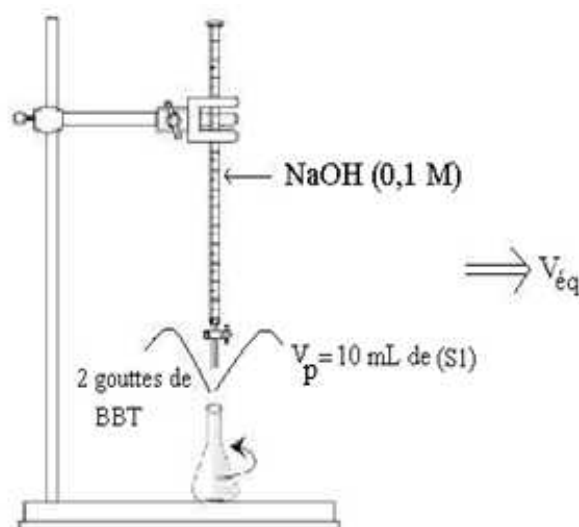
- Remplir la burette, préalablement rincée, avec la solution de soude (NaOH) de concentration molaire $C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

- Vérifier l'absence de bulle d'air dans le bas de la burette et ajuster au zéro.

- Dans un erlenmeyer, introduire avec précision $V_p = 10,0 \text{ mL}$ de solution S_1 .

- Ajouter alors deux gouttes de bleu de bromothymol (notée BBT).

- Procéder au dosage en faisant d'abord un dosage rapide puis **un dosage précis (à la goutte) trois fois.**



c) Exploitation des résultats de mesure

A l'équivalence : $N_A \cdot V_A = N_B \cdot V_B$. Or HCl est un monoacide et NaOH est une monobase, la relation précédente devient : $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B$. On aura donc :

$$C_1 \cdot V_p = C_B \cdot V_{eq} \text{ avec } V_p \text{ le volume de la prise d'essai de la solution } S_1 \Rightarrow C_1 = \frac{C_B V_{eq}}{V_p}$$

Par ailleurs, $C_0 = F C_1$.

D'autre part, le **pourcentage massique en HCl** de la solution d'esprit de sel est **la masse de HCl en grammes dans 100 g de solution commerciale**.

C_0 représente le nombre de moles de HCl dans **1000 mL** d'esprit de sel. Ce nombre de moles est noté n_0 .

En passant aux masses, on aura :

$$\begin{array}{ccc} n_0 M_{\text{HCl}} \text{ (g)} & 1000 \rho_{\text{esprit de sel}} \text{ (g)} \\ \% \text{HCl} & \rightarrow 100 \text{ (g)} \end{array}$$

$$\Rightarrow \% \text{HCl} = \frac{100 n_0 M_{\text{HCl}}}{1000 \rho_{\text{esprit de sel}}} \Rightarrow \% \text{HCl} = \frac{n_0 M_{\text{HCl}}}{10 \rho_{\text{esprit de sel}}}$$

Remarque

La relation finale entre la grandeur calculée et les grandeurs mesurées est telle que :

$$\% \text{HCl} = \frac{F C_B V_{\text{eq}} M_{\text{HCl}}}{10 V_p \rho_{\text{esprit de sel}}}$$

On donne : $V_p = 10,0 \text{ mL}$, $F = 50$, $C_B = 0,1 \text{ M}$, $M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$, $\rho_{\text{esprit de sel}} =$

B- Déboucheur

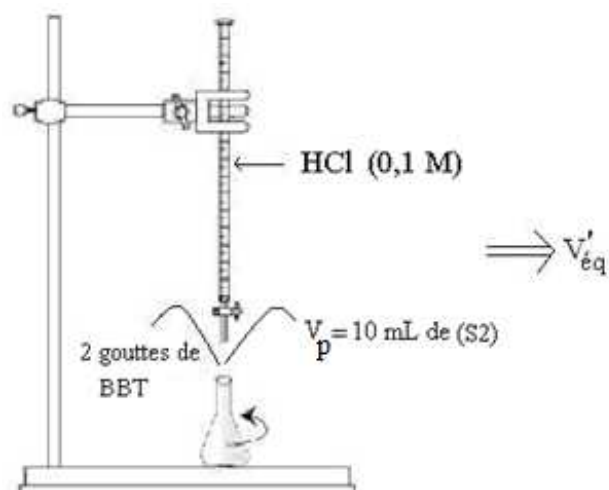
a) Dilution de la solution commerciale (S'₀)

Solution mère (S'₀) : C_M , V_M Solution fille (S₂) : $V_F = 100 \text{ mL}$ et $F = \frac{C_M}{C_F} = 50$.

Le facteur de dilution F étant égal à 50 $\Rightarrow V_M = \frac{V_F}{F} = 2 \text{ mL}$.

b) Dosage de la solution diluée du déboucheur (S₂) par HCl :

- Remplir la burette, préalablement rincée, avec la solution d'acide chlorhydrique (HCl) de concentration molaire $C_A = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.
- Vérifier l'absence de bulle d'air dans le bas de la burette et ajuster au zéro.
- Dans un erlenmeyer, introduire avec précision $V_p = 10,0 \text{ mL}$ de solution S₂.
- Ajouter alors deux gouttes de bleu de bromothymol.



- Procéder au dosage en faisant d'abord un dosage rapide puis **un dosage précis (à la goutte) trois fois.**

c) Exploitation des résultats de mesure

A l'équivalence : $N_A \cdot V_A = N_B \cdot V_B$. Or HCl est un monoacide et NaOH est une monobase, la relation précédente devient : $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B$. On aura donc : $C_2 \cdot V_p = C_A \cdot V'_{eq}$ avec V_p le volume de la prise d'essai de la solution S2 $\Rightarrow C_2 = \frac{C_A V'_{eq}}{V_p}$.

Par ailleurs, $C'_0 = FC_2$.

D'autre part, **le pourcentage massique en NaOH** de la solution de déboucheur est **la masse de NaOH en grammes dans 100 g de solution commerciale.**

C'_0 représente le nombre de moles de NaOH dans **1000 mL** de déboucheur. Ce nombre de moles est noté n'_0 .

En passant aux masses, on aura :

$$\frac{n'_0 M_{NaOH} \text{ (g)}}{\%NaOH} \rightarrow \frac{1000 \rho_{déboucheur} \text{ (g)}}{100 \text{ (g)}}$$

$$\Rightarrow \%NaOH = \frac{100 n'_0 M_{NaOH}}{1000 \rho_{déboucheur}} \Rightarrow \%NaOH = \frac{n'_0 M_{NaOH}}{10 \rho_{déboucheur}}.$$

Remarque

La relation finale entre la grandeur calculée et les grandeurs mesurées est telle que :

$$\%NaOH = \frac{FC_A V'_{eq} M_{NaOH}}{10 V_p \rho_{déboucheur}}$$

On donne : $V_p = 10,0 \text{ mL}$, $F = 50$, $C_A = 0,1 \text{ M}$, $M_{NaOH} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$, $\rho_{déboucheur} =$