



# Mesures de pH

On désire mesurer le pH de différentes solutions d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ,  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ) obtenues par dilutions successives d'un facteur 10 pour tester la relation entre le pH et la concentration en ions oxonium  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ .

## I. Préparation d'une solution d'acide chlorhydrique par dissolution

### Document 1 : L'acide chlorhydrique

L'acide chlorhydrique, encore dénommé chlorure d'hydrogène sous sa forme anhydre, de formule  $\text{HCl}$ , était connu sous le nom d'acide muriatique ou encore d'esprit de sel. Acide fort, très corrosif, il est aussi le constituant principal du suc gastrique de l'estomac.

Il fut découvert par l'alchimiste perse Jabir Ibn Hayyan (721-815), par la réaction de l'acide sulfurique sur le chlorure de sodium d'où son nom «muriatique», appartenant au sel de la mer ou de la mer.

D'après <http://www.societechimiquedefrance/acidechlorhydrique.html>

### Document 2 : Hélianthine et pH

L'hélianthine est un indicateur coloré acido-basique. Elle donne une coloration rouge (rose) aux solutions dont le pH est inférieur à 3,3 et une coloration jaune aux solutions dont le pH est supérieur à 4,4.

Plus le pH est petit, plus la concentration en ions oxonium  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]$  est élevée.

### Document 3 : Test de présence des ions chlorure $\text{Cl}^-$

En présence d'ions argent  $\text{Ag}^+$ , les ions chlorure  $\text{Cl}^-$  réagissent pour former un précipité blanc de chlorure d'argent  $\text{AgCl}$  qui noircit à la lumière.

Le chlorure d'hydrogène  $\text{HCl}$  est un gaz très soluble dans l'eau. Sa dissolution donne une solution appelée acide chlorhydrique. On peut la réaliser avec l'expérience du « jet d'eau » en renversant un ballon contenant du chlorure d'hydrogène gazeux sur un cristalliseur rempli d'eau.

**Q1.** Préciser quelles sont les espèces chimiques présentes dans le ballon à l'état initial et à l'état final. Justifier l'apparition de chaque produit par des observations et le test approprié.

\_\_\_\_\_

**Q2.** En déduire l'équation modélisant la réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'eau.

## II. Préparation de solutions d'acide chlorhydrique obtenues par dilution

On souhaite préparer deux solutions  $S_2$  et  $S_4$  d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ) à partir d'une solution mère  $S_0$  de concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_0 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .



Solution	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
$[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	0,10	$5,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$

### Document 4 : Protocole d'une dilution

<http://acver.fr/j5a>



① Prélever le volume  $V_{\text{mère}}$  de solution mère.

② Verser le volume  $V_{\text{mère}}$  dans une fiole jaugée.

③ Remplir la fiole jaugée aux trois-quarts d'eau distillée, boucher et agiter.

④ Compléter la fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, boucher et agiter.

Source © HACHETTE

### Document 5 : Solutions mère/fille

Ajouter de l'eau à une solution mère de volume  $V_{\text{mère}}$  et de concentration  $C_{\text{mère}}$  en soluté permet d'obtenir, par dilution, une solution fille de volume  $V_{\text{fille}}$  et de concentration  $C_{\text{fille}}$  inférieure à  $C_{\text{mère}}$ .

La quantité de matière de soluté ne change pas au cours de la dilution, ainsi on a :

$$C_{\text{mère}} \cdot V_{\text{mère}} = C_{\text{fille}} \cdot V_{\text{fille}}$$

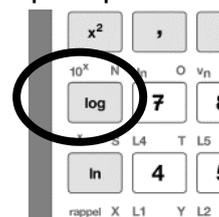
**Q3.** Parmi le matériel mis à votre disposition indiquer celui nécessaire à la préparation des solutions  $S_2$  et  $S_4$  ? Justifier le choix des volumes pour chaque solution. Puis préparer ces solutions.

### III. Mesures du $pH$

#### Document 6 : Le $pH$

Le terme «  $pH$  », abréviation de « potentiel Hydrogène », a été utilisé pour la première fois en 1909 par le chimiste danois Søren Sørensen. Il proposa également l'échelle de mesure du degré d'acidité d'une solution de 0 à 14, utilisée aujourd'hui et qui répond à la formule :

$$pH = -\log\left(\frac{[H_3O^+_{(aq)}]}{c^0}\right) \text{ avec } c^0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}.$$



On peut écrire également :  $[H_3O^+_{(aq)}] = c^0 \cdot 10^{-pH}$

#### Document 7 : Utilisation du pH-mètre

Le pH-mètre est un appareil permettant de mesurer le  $pH$  d'une solution. Il est constitué de deux éléments : un boîtier électronique qui affiche la valeur du  $pH$  et une électrode qui mesure cette valeur.

Pour étalonner le pH-mètre on utilise deux solutions tampons (une solution tampon est une solution qui malgré l'addition d'acide, de base ou d'une dilution, garde approximativement le même  $pH$ ) ; d'abord celle de  $pH = 7$  puis celle de  $pH = 4$ .

**Q4.** Après avoir étalonné le pH-mètre, effectuer les mesures de  $pH$  des différentes solutions et compléter le tableau ci-dessous :

Solution	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
$[H_3O^+_{(aq)}]$ (mol.L <sup>-1</sup> )	0,10	$5,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$
$pH_{mes}$					

#### Document 8 : Utilisation de Régressi

Pour entrer des valeurs dans Régressi il suffit de faire Fichier>Nouveau>Clavier.

La fenêtre graphe permet d'obtenir la courbe et « Coord » de changer abscisses / ordonnées. L'onglet grandeur permet de voir les grandeurs créées, « Y+ » permet d'en créer de nouvelles.

**Q5.** À l'aide de Régressi, afficher la courbe  $pH_{mes} = f([H_3O^+_{(aq)}])$ . Pour simplifier l'écriture,  $[H_3O^+_{(aq)}]$  sera notée  $c$ .

**Q6.** Créer la grandeur  $pH_{theo} = -\log(c)$  et ajouter la courbe  $pH_{theo} = f(c)$  sur le graphique. Imprimer.

Comparer les deux courbes obtenues.

**Document 9** : Comparaison à une valeur de référence

La validation d'une relation à l'aide d'une expérience dépend de l'incertitude-type  $u(X)$ , où  $X$  est la grandeur mesurée et de l'étendue des mesures  $|X_{\text{mes}} - X_{\text{théo}}|$ .

On peut utiliser le z-score =  $\frac{|X_{\text{mes}} - X_{\text{théo}}|}{u(X)}$ , si ce quotient est inférieur ou égal à 2, on peut

valider la relation fournie. Si non, il faut analyser les sources d'erreurs et modifier le protocole afin d'obtenir des résultats cohérents.

L'incertitude-type  $u(\text{pH})$  de mesure du pH-mètre figure dans la notice à votre disposition.

**Q7.** Compléter le tableau ci-dessous et conclure.

Solution	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> ] (mol.L <sup>-1</sup> )	0,10	5,0×10 <sup>-2</sup>	1,0×10 <sup>-2</sup>	5,0×10 <sup>-3</sup>	1,0×10 <sup>-3</sup>
$\text{pH}_{\text{théo}}$					
$\frac{ pH_{\text{mes}} - pH_{\text{théo}} }{u(\text{pH})}$					