

# Une transformation chimique est-elle toujours totale ?

## Chap. 7,5

### 1 Objectifs

- Mesurer le pH de différentes solutions.
- Effectuer des dilutions.
- Déterminer si des transformations chimiques sont totales ou limitées.

### 2 Documents

#### 2.1 Concentration molaire effective

**Concentration molaire apportée en soluté.** La concentration molaire apportée en soluté est la *quantité de matière de soluté dissoute par unité de volume de solution*. Elle est notée  $C$  et s'exprime généralement en  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

$$C = \frac{n(\text{soluté dissous})}{V(\text{solution})}$$

**Concentration molaire effective en espèces dissoutes.** Pour chaque espèce chimique  $X$  dissoute en solution, la concentration molaire effective en espèce dissoute est la *quantité de matière de cette espèce effectivement en solution par unité de volume*. Elle est notée  $[X]$  et s'exprime généralement en  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

$$[X] = \frac{n(X \text{ effectivement en solution})}{V(\text{solution})}$$

#### 2.2 Potentiel hydrogène (ou pH)

Le **potentiel hydrogène** (ou **pH**) est une mesure de l'activité chimique des *ions hydrogène*  $\text{H}^+$  en solution. **En solution aqueuse**, ces ions sont présents sous la forme de l'**ion oxonium**  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

Plus couramment, le pH mesure l'*acidité* ou la *basicité* d'une solution. Ainsi, dans un milieu aqueux à 25 °C :

- une solution de  $\text{pH} = 7$  est dite **neutre** ;
- une solution de  $0 \leq \text{pH} < 7$  est dite **acide**. Plus son pH s'éloigne de 7 (diminue) et plus elle est acide ;
- une solution de  $14 \geq \text{pH} > 7$  est dite **basique**. Plus son pH s'éloigne de 7 (augmente) et plus elle est basique.

**Détermination .** Lorsque les solutions aqueuses sont diluées ( $[\text{H}_3\text{O}^+] < 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ), la valeur du pH peut être déterminée à l'aide de l'expression :

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

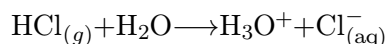
**Remarque.** On peut calculer la concentration molaire effective en ions oxonium lorsqu'on connaît la valeur du pH puisque :

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

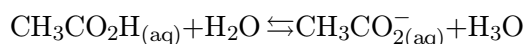
## 2.3 Différents types d'acides

Un **acide**, au sens de Brønsted, est un composé chimique, soit minéral, soit organique, *capable de libérer un ou plusieurs ions hydrogène*  $\text{H}^+$ . En particulier, dans le solvant eau, un acide est capable de libérer l'ion hydronium  $\text{H}_{(\text{aq})}^+$  ou  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

- Le chlorure d'hydrogène  $\text{HCl}_{(g)}$  est un acide, il réagit avec l'eau selon la réaction d'équation :



- L'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  est un composant important du vinaigre. C'est un acide qui réagit avec l'eau selon la réaction d'équation :



## 3 Solution d'acide chlorhydrique

### 3.1 Préparation de solutions

On dispose d'une solution  $S_0$  d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}_{(\text{aq})}^+ + \text{Cl}_{(\text{aq})}^-$ ) de *concentration apportée*  $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

1. Proposer un mode opératoire pour obtenir, à partir de  $S_0$ ,  $100,0 \text{ mL}$  d'une solution  $S_1$  d'acide chlorhydrique de concentration  $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Réaliser la manipulation.
2. Toujours à partir de la solution  $S_0$ , préparer une autre solution  $S_2$  d'acide chlorhydrique de concentration  $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Pourquoi vaut-il mieux utiliser la solution  $S_0$  et non pas la solution  $S_1$  ?
3. Maintenant que la technique est maîtrisée, préparer les solution  $S_3$ ,  $S_4$ , d'acide chlorhydrique de concentrations  $1,0 \cdot 10^{-4}$  ;  $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Bien réfléchir à chaque fois à la manière d'effectuer ces dilutions.

### 3.2 Mesure du pH

#### 3.2.1 Avertissement

Pour toute mesure du pH d'une solution au moyen d'un pH-mètre :

- Il faut introduire suffisamment de solution dans un bécher ; la partie de la sonde qui permet la mesure doit être totalement immergée ;
- La sonde doit être rincée à l'eau distillée et séchée avec un papier absorbant (papier Joseph) avant chaque mesure, puis rincée à l'eau distillée et réintroduite dans la solution de conservation (généralement de l'eau distillée) après chaque mesure.
- Il faut agiter doucement une fois la sonde plongée dans la solution.

Le pH-mètre doit être étalonné avant toute mesure ; on utilise deux solutions étalons (aussi appelées *solutions tampons*), c'est à dire deux solutions dont le pH est déterminé et constant à température donnée.

### 3.2.2 Mesure

→ Mesurer le pH des solutions  $S_4, S_3, S_2, S_1, S_0$ . Pourquoi est-il conseillé de procéder dans ce sens ?

### 3.2.3 Résultats des mesures

Remplir le tableau :

n° solution	0	1	2	3	4
$c \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{)}$					
pH					
$[\text{H}_3\text{O}^+]$					
$x_f$					

1. À partir de la valeur du pH calculer la valeur de la concentration molaire effective en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
2. En déduire la valeur de l'avancement final  $x_f$  pour chacune des transformations.
3. Ces transformations peuvent-elles être considérées totales ?

## 4 Acide éthanoïque

### 4.1 Préparation de solutions

On dispose d'une solution  $S'_0$  d'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$  de *concentration apportée*  $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Comme précédemment, préparer des solutions  $S'_1, S'_2, S'_3, S'_4$  d'acide éthanoïque de concentration molaire  $1,0 \cdot 10^{-2}$ ;  $1,0 \cdot 10^{-3}$ ;  $1,0 \cdot 10^{-4}$ ;  $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

#### 4.1.1 Mesure

→ Mesurer le pH des solutions  $S'_5, S'_4, S'_3, S'_2, S'_1$ .

#### 4.1.2 Résultats des mesures

Remplir le tableau :

n° solution	0'	1'	2'	3'	4'
$c \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{)}$					
pH					
$[\text{H}_3\text{O}^+]$					
$x_f$					

1. À partir de la valeur du pH calculer la valeur de la concentration effective en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
2. En déduire la valeur de l'avancement final  $x_f$  pour chacune des transformations.
3. Ces transformations sont-elles totales ?
4. La valeur de la concentration apportée influe-t-elle sur le caractère limité de la transformation ?