

## Hypochlorites et eaux de Javel

### 1.1. Montrer que la concentration en quantité de matière des ions hypochlorite $\text{ClO}^-(\text{aq})$ d'une eau de Javel de titre chlorométrique $9^\circ \text{chl}$ est de $0,4 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Une eau de javel à  $9^\circ \text{chl}$  est pour laquelle il a fallu 9L de dichlore gazeux pour en préparer 1L. On calcule donc la

quantité de matière de dichlore gazeux que cela représente  $n_{\text{Cl}_2} = \frac{V_{\text{Cl}_2}}{V_M} = \frac{9}{22,4} = 0,40 \text{ mol}$ .

De plus, l'équation de transformation indique qu'une mole de dichlore produit une mole d'ions hypochlorites  $\text{ClO}^-$ . Une eau de javel de titre chlorométrique  $9^\circ \text{chl}$  a donc bien une concentration en ions hypochlorites  $\text{ClO}^-(\text{aq})$  de  $0,4 \text{ mol.L}^{-1}$ .

### 1.2. Justifier le protocole de dilution indiqué sur l'étiquette d'un berlingot de « JAVEL CONCENTRÉE » pour obtenir une eau de Javel prête à l'emploi.

Une eau de javel prête à l'emploi a un titre chlorométrique de  $36^\circ \text{chl}$ . Le berlingot a un titre 4 fois plus élevé à  $36^\circ \text{chl}$  ( $36 = 4 \times 9$ ), soit  $4 \times 0,4 = 1,6 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Dans le cas d'une dilution on a la relation  $V_{\text{fil}} = \frac{C_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}}}{C_{\text{fil}}}$  avec  $C_{\text{mère}} = 1,6 \text{ mol.L}^{-1}$ ;

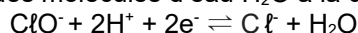
$V_{\text{mère}} = 2 \times 250 \text{ mL} = 500 \text{ mL}$ ;  $C_{\text{fil}} = 2 \text{ L} = 2000 \text{ mL}$ .

On vérifie bien qu'il est nécessaire de diluer 2 berlingots de 250mL si l'on souhaite préparer 2L d'eau de javel.

### 2.1. Établir l'équation de la réaction d'oxydo-réduction modélisant l'oxydation de l'eau par les ions hypochlorite. Justifier le rôle oxydant de l'ion hypochlorite.

On commence par établir les demi-équations rédox :

$\text{ClO}^-(\text{aq}) / \text{Cl}^-(\text{aq})$  :  $\text{ClO}^- + \dots \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \dots$  on est en milieu aqueux, il est possible d'ajouter des ions  $\text{H}^+$  et des molécules d'eau  $\text{H}_2\text{O}$  à la demi-équation, ce qui donne



L'ion hypochlorite est l'oxydant car c'est lui qui va capter les électrons

$\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  :  $\text{O}_2 + \dots \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \dots$  il manque des ions  $\text{H}^+$ , ce qui donne

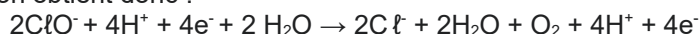


On établit maintenant l'équation d'oxydoréduction

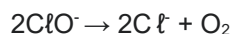
→ Une réaction d'oxydoréduction ne peut avoir lieu qu'entre l'oxydant d'un premier couple rédox et le réducteur du second couple, dans notre cas, la réaction se fera entre l'ion hypochlorite et l'eau pour donner des ions chlorure et du dioxygène.

→ la première demi-équation engage 2 électrons alors que la seconde en nécessite 4 : il convient d'ajouter le coefficient stœchiométrique 2 à la première demi-équation

→ on obtient donc :



qui se simplifie en :



### 2.2. Indiquer comment évolue le degré chlorométrique d'une eau de Javel dans le temps. Justifier la réponse.

D'après la question précédente, les ions  $\text{ClO}^-$  se décomposent progressivement. Puisqu'il y en a de moins en moins dans la solution, le degré chlorométrique d'une eau de javel diminue dans le temps.

### 2.3. D'après les indications fournies par le fabricant, identifier trois facteurs qui influent sur la dégradation de l'eau de Javel.

Le document indique :

"À diluer dans les trois mois qui suivent la date de fabrication" → le temps

"(dans les deux mois et demi en période chaude)" et "À conserver au frais" → la température

"à l'abri de la lumière et du soleil" → la lumière

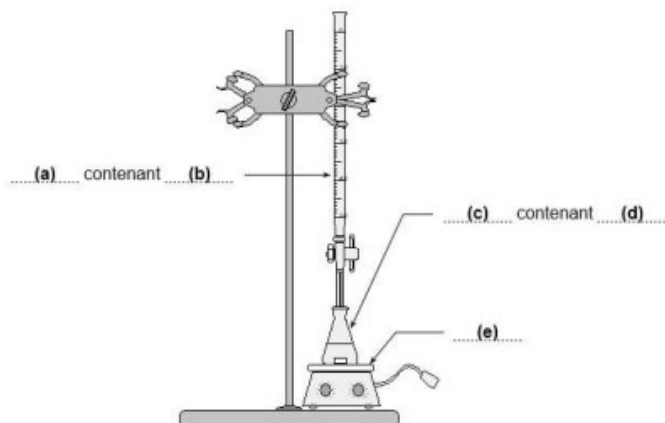
Ce sont les 3 facteurs influençant la dégradation de l'eau de Javel

### 3.1. Indiquer les précautions à prendre lors de la manipulation des solutions S et S'



Le pictogramme alertant sur la toxicité de l'eau de javel étant indiqué sur la notice, il convient de porter les équipements de protection habituel : blouse, gants et lunettes de protection

### 3.2. On donne le schéma du dispositif expérimental mis en œuvre lors de l'étape 3. Indiquer sans recopier le schéma sur la copie, les termes à mettre en (a), (b), (c), (d) et (e) pour compléter la légende de ce schéma.



- (a) : burette
- (b) : thiosulfate de sodium
- (c) : erlenmeyer
- (d) : volume  $V'$  de  $S'$  + 20mL d'iodure de potassium  $[I^-]_{(aq)}=0,10\text{mol.L}^{-1}$  + quelques gouttes d'acide sulfurique
- (e) : agitateur magnétique

### 3.3. Indiquer comment l'équivalence est repérée lors de ce titrage. Justifier la réponse.

Le diiode  $I_2$  jaune présent dans l'erlenmeyer va réagir avec les ions thiosulfate pour donner des ion iodure  $I^-$  incolores.

L'équivalence sera atteinte lorsque tous le diiode aura réagi et par conséquent sera repérée par la disparition complète de la couleur jaune de la solution présente dans l'erlenmeyer.

### 3.4. Déduire du résultat de ce titrage la quantité de matière de diiode formé dans le mélange réactionnel à l'issue de l'étape 2 et titré par le thiosulfate.

Calculons la quantité d'ions thiosulfate versé à l'équivalence

$$n_{thio} = c_{thio} \times V_E = 5,0 \times 10^{-2} \times 12,4 \times 10^{-3} = 6,2 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

L'équation de titrage nous indique que chaque molécule de diiode réagit avec 2 ions thiosulfate. A l'équivalence, tous les ions thiosulfate ayant réagi avec toutes les molécules de diiode, on en déduit que

$$n_{I_2} = \frac{n_{thio}}{2} = 3,1 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Il s'est donc formé  $3,1 \times 10^{-4}$  mol de diiode  $I_2$  à l'issue de l'étape 2.

### 3.5. Déterminer la concentration en quantité de matière des ions hypochlorite de la solution S et commenter le résultat.

L'équation de la réaction ayant lieu à l'étape 2 indique qu'un ion  $ClO^-$  produit 1 molécule de diiode. On en déduit donc que la volume  $V'$  de solution  $S'$  contenait  $n_{ClO^-} = n_{I_2} = 3,1 \times 10^{-4} \text{ mol}$  d'ions hypochlorite.

La concentration  $C'$  en ions hypochlorites de la solution  $S'$  est donc

$$C' = \frac{n_{ClO^-}}{V'} = \frac{3,1 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-3}} = 3,1 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

La solution S est 10 fois plus concentrée, on en déduit donc que la concentration en quantité de matière de la solution S vaut  $C = 3,1 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Cette valeur est significativement inférieure à la concentration théorique ( $4 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ ) en ions hypochlorites d'une eau de javel "neuve" : on peut supposer qu'il s'agit d'un échantillon qui a été entreposé trop longtemps ou dans des conditions inadéquates (chaleur et/ou lumière)