

## T.P.C6 : Contrôle de qualité d'une eau de Javel

Objectifs : Histoire et fabrication de l'eau de Javel. Principe du titrage indirect. Degré de chlorométrie.

L'eau de Javel (appelée aussi **Javel**) est une solution liquide oxydante, fréquemment utilisée comme désinfectant et/ou comme décolorant.

Étudiée particulièrement à partir de 1775 par le chimiste français Claude Louis Berthollet, dont la manufacture de produit chimique a été construite dans le quartier de Javel à Paris. Elle est composée d'hypochlorite de sodium pur ( $\text{NaClO}$ ), en solution aqueuse avec du sel ( $\text{NaCl}$ ), résiduel du procédé de fabrication.

Le chlore a été découvert en 1774 par le chimiste suédois Scheele. Claude Louis Berthollet étudie quelques années après les propriétés décolorantes du chlore et en tire un procédé de blanchiment des toiles utilisant une solution de chlorure et d'hypochlorite de potassium : il vient d'inventer la "lessive de BERTHOLLET", bientôt dénommée eau de Javel suite à la localisation de son premier site de production ; la manufacture de produits chimiques construite en 1777 dans le village de Javel, à l'ouest de Paris, qui donnera son nom au produit.

L'eau de Javel a rapidement connu un vif succès comme décolorant (auparavant, en utilisant le dichlore, les toiles devaient être exposées au soleil pendant des mois pour les blanchir).

En 1820, le pharmacien Antoine Labarraque étudie les qualités désinfectantes des dérivés chlorés et des hypochlorites de potassium et de sodium. Il met au point une solution de chlorure et d'hypochlorite de sodium qu'il appelle « liqueur de Labarraque ». En 1900 on appelait eau de Javel l'hypochlorite de potassium, et eau de Labarraque, l'hypochlorite de sodium. Plus tard, le procédé de fabrication a remplacé le potassium par le sodium, sans changement de nom.

À partir du XIX<sup>e</sup> siècle, l'eau de Javel est couramment utilisée comme désinfectant et pour le traitement de l'eau potable (voir verdunisation).



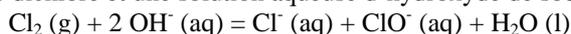
Q.1. : Faire l'inventaire des espèces ioniques présentes dans l'eau de Javel. Préciser formules et noms.

Q.2. : Citer quelques intérêts de l'eau de Javel.

### I.- Degré de chlorométrie : ° chl

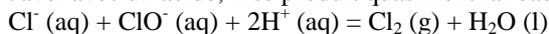
C.3. : Actuellement, dans l'industrie, l'eau de Javel est une solution aqueuse, mélange équimolaire de chlorure de sodium ( $\text{Na}^+$  (aq),  $\text{Cl}^-$  (aq)) et d'hypochlorite de sodium ( $\text{Na}^+$  (aq),  $\text{ClO}^-$  (aq)).

Elle est fabriquée par réaction entre le dichlore et une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium :



Elle est caractérisée par son degré de chlorométrie (° chl) défini comme étant le volume (en L) de dichlore gazeux nécessaire pour fabriquer 1 litre de solution dans les conditions normales de T et p.

Comme lorsqu'on mélange de l'eau de Javel avec un acide, il se produit quasiment la réaction inverse :



On définit aussi le degré de chlorométrie comme étant le volume de dichlore gazeux (en L) libéré par 1 L d'eau de Javel au cours de cette réaction.

Q.4. : Préciser les couples oxydant / réducteur, les demi-équations électroniques et retrouver les deux réactions précédentes.

Q.5. : Pourquoi précise-t-on sur les étiquettes : « ne pas diluer dans un flacon de détartrant » ?

Q.6. : Identifier les pictogrammes présents sur l'emballage. En déduire les risques et précautions à adopter.

### II.- Mesure du degré de chlorométrie

C.7. : En milieu acide, les ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$  (aq) de l'eau de Javel mis en présence d'ions iodure  $\text{I}^-$  (aq) en excès sont réduits en ions chlorure  $\text{Cl}^-$  (aq) (**réaction (1)**). Il y a aussi formation de diiode  $\text{I}_2$  (aq). La quantité de matière de diiode est ensuite déterminée par un titrage utilisant les ions thiosulfate (**réaction (2)**).

Q.8. : Ecrire les couples oxydant / réducteurs intervenant dans ces deux réactions. En déduire les équations des deux réactions.

#### 1) Dilution de la solution commerciale

E.9. : Diluer 10 fois l'eau de Javel commerciale (S) de concentration molaire apportée C pour obtenir 100 mL de solution (S') à C'.

Q.10. : Décrire les principales étapes de cette dilution (on fera des schémas).

## 2) Titration de la solution diluée

E.11. : Introduire un volume  $V_1 = 5,0$  mL de solution (S') dans un erlenmeyer de 250 mL.

E.12. : Peser environ 1 g d'iodure de potassium KI (s) et les dissoudre dans environ 20 mL d'eau distillée. Agiter jusqu'à dissolution complète.

Q.13. : Vérifier que les ions iodure  $I^-$  (aq) sont introduit en excès.

E.14. : Ajouter le contenu du bécher dans l'erlenmeyer et y rajouter environ 50 mL d'acide chlorhydrique à  $c_a = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ , quelques gouttes d'empois d'amidon ainsi qu'un barreau aimanté.

Q.15. : Quelle coloration prend ce mélange ? Expliquer.

E.14. : Remplir une burette graduée avec 25 mL de solution de thiosulfate de sodium ( $2 \text{ Na}^+$  (aq),  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  (aq)) de concentration molaire apportée  $c_2 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

E.15. : Placer l'erlenmeyer sur un agitateur magnétique et effectuer le titrage colorimétrique. On notera le volume équivalent :  $V_E = \dots \text{ mL}$ .

Q.16. : Faire un schéma du dispositif expérimental.

Q.17. : Justifier le changement de couleur à l'équivalence.

## 3) Exploitation des résultats

Q.18. : Pourquoi ne fait-on pas un titrage direct des ions hypochlorite par les ions iodure ?

Q.19. : Pourquoi ne dose-t-on pas directement les ions hypochlorite, base du couple  $\text{HClO} / \text{ClO}^-$  par l'acide chlorhydrique ?

Q.20. : Etablir le tableau d'avancement de la réaction (2). En déduire la quantité de matière de diiode titrée.

Q.21. : Etablir le tableau d'avancement de la réaction (1). En déduire la quantité de matière d'ions iodure consommés.

Q.22. : Déduire de Q.20. et Q.21. la concentration  $C'$  de la solution d'eau de Javel diluée.

Q.23. : En déduire la concentration  $C$  de la solution d'eau de Javel commerciale.

Q.24. : En déduire finalement le degré de chlorométrie de cette eau de Javel ( $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$  dans les conditions normales de T et p).

Q.25. : Comparer à la valeur indiquée sur l'étiquette. Conclure.

## III.- Evolution du degré de chlorométrie au cours du temps

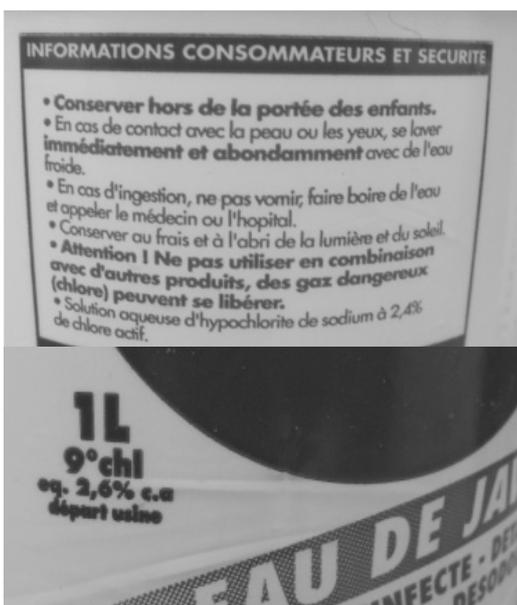
Q.26. : Les ions hypochlorite, principe actif de l'eau de Javel, peuvent subir une lente réaction d'oxydo-réduction. Cette réaction, accélérée par la lumière, a pour équation :



Retrouver cette équation à l'aide des couples :  $\text{Cl}^- / \text{ClO}^-$  et  $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$ .

Q.27. : Pourquoi les berlingots d'eau de Javel portent-ils une date limite d'utilisation ?

Q.28. : Pourquoi les bouteilles d'eau de Javel sont-elles opaques ?



Claude-Louis Berthollet