

OXYDO-REDUCTION ET ANALYSE DE DOCUMENTS

Lors de la Première Guerre mondiale, le 22 avril 1915, l'armée allemande utilise pour la première fois le dichlore comme gaz de combat, violant ainsi l'interdiction décidée à la conférence de la Haye, en 1899. Le dichlore est un gaz à la fois suffoquant (qui abîme les poumons et les voies respiratoires) et lacrymogène (qui fait pleurer).

DOC. 1 Première transformation utilisée pour la fabrication du dichlore

Le chimiste suédois-allemand Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) obtient pour la première fois par synthèse le dichlore en 1774, en versant quelques gouttes d'une solution d'acide chlorhydrique (contenant les ions $\text{H}^+(\text{aq})$ et $\text{Cl}^-(\text{aq})$) sur du dioxyde de manganèse $\text{MnO}_2(\text{s})$.

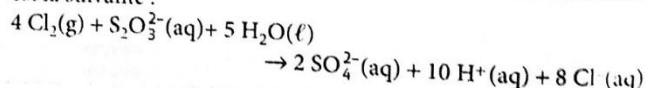
DOC. 2 Action du dichlore sur l'organisme

- Le dichlore $\text{Cl}_2(\text{g})$ réagit avec l'eau des cellules d'un organisme pour former du dioxygène $\text{O}_2(\text{g})$ et l'ion chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$. Cette déshydratation détruit les cellules.
- Dans les conditions de pH des cellules de l'organisme, le dichlore subit une « dismutation » : il réagit sur lui-même étant à la fois oxydant du couple $\text{Cl}_2(\text{g}) / \text{Cl}^-(\text{aq})$ et réducteur du couple $\text{HClO}(\text{aq}) / \text{Cl}_2(\text{aq})$.
- L'acide hypochloreux $\text{HClO}(\text{aq})$ réagit avec les protéines cellulaires pour former des chloramines provoquant une destruction des structures cellulaires, produisant des lésions et des œdèmes.

DOC. 3 Masques de combat

Un soldat peut inspirer jusqu'à 200 mL de dichlore par minute sur un champ de bataille s'il est sans protection. L'utilisation du dichlore pendant les combats de la Première Guerre mondiale conduit au développement de moyens de protection, en particulier des masques à gaz.

Compresseurs, cagoules, avec ou sans lunettes intégrées, munis ou non de cartouches filtrantes, les masques possèdent plusieurs couches de tissus imbibées de façon spécifique. La protection repose sur des transformations chimiques des gaz entrant au contact des tissus imprégnés de produits antidotes. L'un d'eux, pour empêcher l'entrée du dichlore dans l'appareil respiratoire, est l'ion thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$. L'équation de réaction avec le dichlore est la suivante :



Questions

- 1 Déterminer l'équation de réaction modélisant la synthèse du dichlore (doc. 1) sachant qu'il s'agit d'une équation d'oxydoréduction faisant intervenir les deux couples oxydant-réducteur suivants : $\text{Cl}_2(\text{g}) / \text{Cl}^-(\text{aq})$ et $\text{MnO}_2(\text{s}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$.
- 2 a. Sachant que la déshydratation des cellules provoquée par le dichlore (doc. 2) peut être modélisée par une réaction d'oxydoréduction, déterminer les deux couples mis en jeu.
b. Établir l'équation d'oxydoréduction correspondante.
c. Déterminer le couple impliquant l'élément chlore et dans lequel le dichlore est le réducteur.
d. Établir l'équation de dismutation du dichlore. Expliquer pourquoi cette transformation est dangereuse.
- 3 a. Déterminer les deux couples oxydant-réducteur mis en jeu dans la réaction entre le dichlore et l'ion thiosulfate (doc. 3), ainsi que les demi-équations électroniques correspondantes.
b. En supposant que l'eau n'est pas le réactif limitant de cette transformation, déterminer la quantité minimale d'ion thiosulfate qu'un masque doit contenir afin qu'un soldat puisse combattre pendant la durée $\Delta t = 5 \text{ h}$. On prendra $V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ comme valeur du volume molaire d'un gaz.