

# Applications du déplacement de l'équilibre chimique

## Les eaux « dures »

La teneur importante en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  est typique des eaux dites « dures ». La dureté de l'eau représente un problème pour certaines villes wallonnes, comme Mons et La Louvière. En effet, elle contribue à la formation de dépôts calcaires, aussi appelés « tartre », dans les conduites et les réservoirs d'eau.

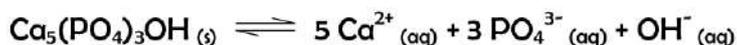
L'équilibre dynamique qui s'établit se traduit par l'équation chimique suivante :



- a) On s'est rendu compte que les dépôts calcaires s'accumulaient plus rapidement dans les conduites et les réservoirs d'eau chaude ; c'est d'ailleurs un problème fréquemment rencontré avec les bouilloires et les cafetières. D'après ces observations, le sens direct de la réaction ci-dessus est-il endothermique ou exothermique ? Justifie ta réponse.
- b) Les gens vivant dans des communes où l'eau est « dure », ont également constaté une diminution du pouvoir moussant des savons. Afin de remédier à ce problème, il leur a été conseillé d'ajouter une certaine quantité d'hydrogencarbonate de sodium  $\text{NaHCO}_3$  à l'eau de lavage. Comment cet ajout contribue-t-il à améliorer l'efficacité des savons ? Justifie ta réponse.

## Les caries dentaires

Le principal composant de l'émail dentaire est l'hydroxyapatite  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ , un composé minéral très peu soluble dans la salive. Malheureusement, lorsque nous consommons des aliments acides (tomates, vinaigrette, jus de fruits,...), ce composé peut en partie se solubiliser, pouvant ainsi entraîner un phénomène de déminéralisation de l'émail et au final, l'apparition d'une carie. Au niveau de notre bouche, l'équilibre suivant existe naturellement :

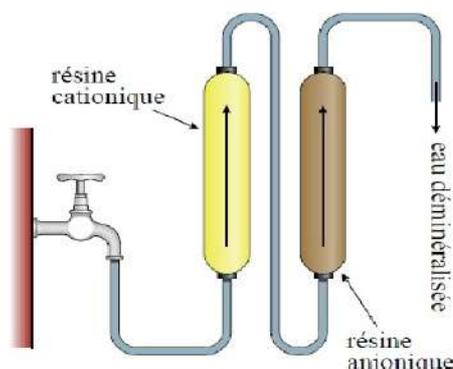


Pourquoi, la consommation d'une grande quantité d'aliments acides, nuit-elle à l'émail dentaire ?

## Les résines échangeuses d'ions

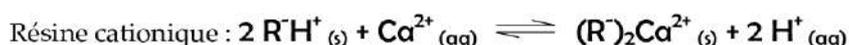
L'eau contient naturellement beaucoup de minéraux (notamment des ions  $\text{Ca}^{2+}$ ), car elle traverse des terrains de composition variée, avant d'atteindre les nappes phréatiques.

Pour beaucoup d'applications (ex : l'eau milli-Q utilisée en pharmacie), il est impératif de disposer d'une eau purifiée de ces sels minéraux (ne contenant donc plus que des ions  $\text{H}^+$  et  $\text{OH}^-$ ) : c'est le procédé de **déminéralisation**.



Un déminéralisateur est généralement constitué de deux colonnes, chacune remplie par une résine (polymère) complètement insoluble dans l'eau. Les grosses molécules qui constituent ces résines ont la capacité d'échanger de manière réversible leurs ions  $\text{H}^+$  ou  $\text{OH}^-$  avec, par exemple, des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Cl}^-$  présents dans l'eau de ville.

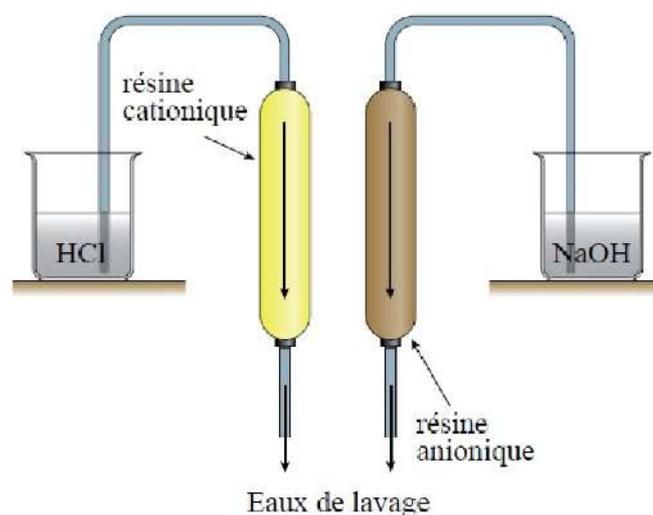
Lorsque ces résines baignent dans de l'eau « minéralisée » contenant ces ions, les équilibres dynamiques suivants s'établissent :



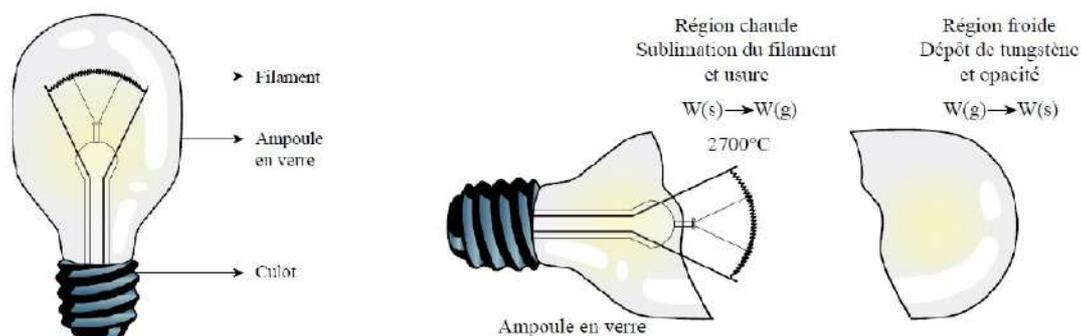
**Information** : les radicaux  $\text{R}^-$  et  $\text{R}^+$  représentent les grosses parties insolubles des résines.

Réponds aux questions ci-dessous, en t'aidant du document, et en utilisant le principe de Le Chatelier.

- 1) Comment le système évolue-t-il lorsqu'une eau « dure », chargée en ions  $\text{Ca}^{2+}$ , traverse la résine cationique ?
- 2) Même question, mais cette fois lorsque l'eau du robinet, chargée en ions  $\text{Cl}^-$ , traverse la résine anionique ?
- 3) Après qu'une certaine quantité d'eau ait été déminéralisée, les résines sont saturées : il n'y a plus d'ions  $\text{H}^+$  et  $\text{OH}^-$  échangeables ; il faut alors les régénérer. Pour ce faire, on utilise le procédé schématisé ci-dessous. Justifie son efficacité.



## La lampe à halogène

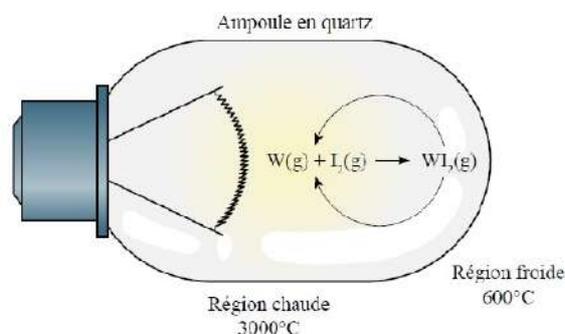


La lampe à incandescence classique (schémas ci-dessus) est constituée d'une ampoule en verre dans laquelle l'air a été remplacé par un gaz inerte (Ar ou Kr). Un filament en tungstène ( $\theta_{\text{fusion}} = 3422 \text{ }^\circ\text{C}$ ), parcouru par un courant électrique, y est porté à très haute température, ce qui génère de la lumière ( $E_{\text{électrique}} \rightarrow E_{\text{thermique}} \rightarrow E_{\text{lumineuse}}$ ).

Il est indispensable que l'air soit remplacé par un gaz inerte, sinon le tungstène brûlerait par oxydation avec le dioxygène. Malgré cette précaution, la lampe a une durée de vie limitée ( $\pm 1000 \text{ h}$ ), car vers  $2700 \text{ }^\circ\text{C}$ , une partie du tungstène passe à l'état gazeux (sublimation), entraînant un amincissement du filament qui finit par se briser. Le tungstène gazeux va, quant à lui, se condenser en un dépôt noirâtre sur la paroi en verre (région plus froide de l'ampoule), avec pour conséquence une diminution du rendement lumineux. Lors de la sublimation, l'équilibre dynamique suivant s'installe dans l'ampoule :



La lampe à halogène (schéma ci-dessous) génère aussi de la lumière en portant à incandescence un filament de tungstène, mais le gaz inerte de l'ampoule est cette fois remplacé par du diiode gazeux.



Le filament est porté à  $3000 \text{ }^\circ\text{C}$ , où une partie du tungstène se sublime et réagit avec  $\text{I}_2_{(g)}$  pour former de l'iodure de tungstène. Un équilibre dynamique supplémentaire s'établit dans ce type d'ampoule :



**Remarque :** bien que la paroi de l'ampoule soit plus froide que le filament, sa température avoisine les  $600 \text{ }^\circ\text{C}$ . Cette température élevée implique d'utiliser une ampoule en quartz (minéral composé de silice  $\text{SiO}_2$ ) plutôt qu'en verre, pour des raisons de solidité ; ceci explique le coût plus élevé des lampes « quartz-iode ».

Pourquoi la lampe à halogène est-elle plus économique que la lampe à incandescence ?