

Une eau comportant trop d'ions calcium et magnésium est dite "dure". Une eau très dure peut présenter certains inconvénients. Il convient donc de connaître la dureté des eaux distribuées aux consommateurs.

Comment déterminer la dureté d'une eau ? Comment adoucir une eau trop dure ?

A. DÉTERMINATION DE LA DURETÉ D'UNE EAU MINÉRALE

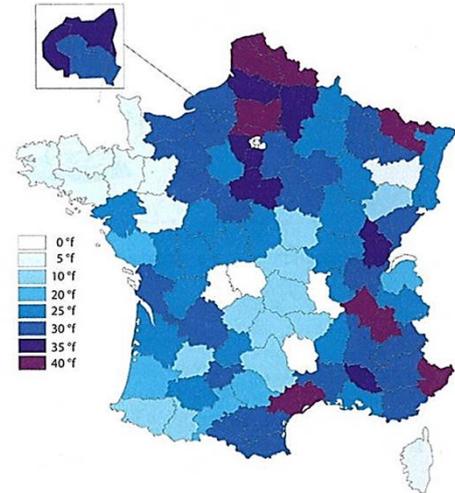
Document 1 : Dureté d'une eau

La dureté totale d'une eau - ou titre hydrotimétrique (TH) - correspond à la concentration totale en ions calcium et magnésium. Elle s'exprime en degré hydrotimétrique français (°f).

Un degré hydrotimétrique est équivalent à une concentration molaire en ions Ca^{2+} ou Mg^{2+} égale à $10^{-4} \text{mol.L}^{-1}$.

Le degré hydrotimétrique n'est pas un critère de potabilité d'une eau. Cependant, idéalement, on estime que le TH d'une eau potable doit se situer entre 20 et 30 °f.

type d'eau	titre hydrotimétrique
eau douce	$\text{TH} < 15^\circ\text{f}$
eau dure	$15^\circ\text{f} \leq \text{TH} \leq 35^\circ\text{f}$
eau très dure	$\text{TH} > 35^\circ\text{f}$

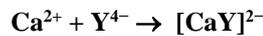


Carte de dureté des eaux en France

Document 2 : Titrage des ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+}

L'E.D.T.A. (ion éthylènediamminetétracétate) est une espèce chimique qui peut se lier aux ions calcium et magnésium. L'édifice formé est appelé ion complexe, présenté dans l'équation de réaction ci-contre.

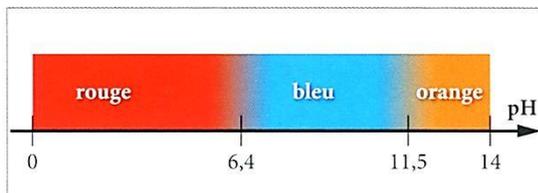
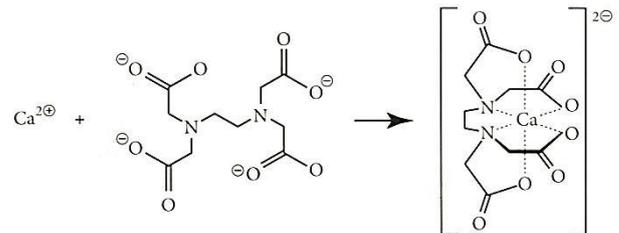
Cette équation est présentée sous l'écriture simplifiée :



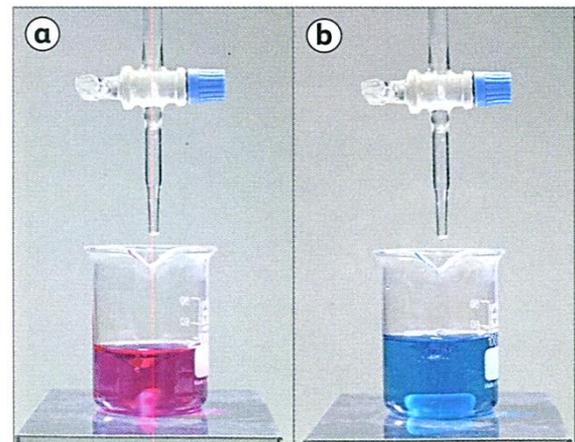
Les ions complexes $[\text{CaY}]^{2-}$ et $[\text{MgY}]^{2-}$ formés lors du titrage sont incolores, tout comme les ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} . L'équivalence est repérée grâce à un indicateur de fin de réaction, le N.E.T. (noir d'ériochrome T).

Avant l'équivalence, le N.E.T. forme avec les ions calcium et magnésium un complexe de couleur rosé (document a).

Après l'équivalence, et dans une solution tampon de pH valant 10, le N.E.T. se trouve sous forme libre, de couleur bleue (document b).



▲ Couleur du N.E.T. libre en fonction du pH.



▲ Couleurs de la solution avant (a) puis après (b) l'équivalence.

1. Expérience

- ➔ Dans un bécher, introduire un volume $V_1 = 10,0 \text{mL}$ de Contrexéville.
- ➔ Ajouter environ 10mL de solution tampon ammoniacal $\text{pH} = 10$ et quelques gouttes de N.E.T.
- ➔ Doser par une solution d'E.D.T.A. de concentration $C_2 = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}$.

2. Analyser

- a. Ce dosage par titrage est qualifié de "titrage complexométrique". Justifier cette appellation.
- b. Comment l'équivalence du titrage est-elle repérée ?
- c. Expliquer pourquoi le titrage a lieu dans une solution tampon de $\text{pH} = 10$.

3. Interpréter et conclure

On note M^{2+} les ions calcium et magnésium et $n_1 = n_{Ca^{2+}}^i + n_{Mg^{2+}}^i$, la quantité d'ions M^{2+} dans l'échantillon titré.

- Écrire l'équation de la réaction support de titrage en utilisant la notation M^{2+} .
- Définir l'équivalence du titrage.
- Calculer la concentration totale en ions calcium et magnésium de l'eau de Contrexéville.
- Calculer le degré hydrotimétrique de l'eau de Contrexéville.

4. Effectuer un contrôle de qualité

- À partir des valeurs de l'étiquette, vérifier que le titre hydrotimétrique de l'eau de Contrexéville est voisin de $TH = 155^{\circ}f$. Commenter cette valeur.
- Est-elle en accord avec vos résultats expérimentaux ? Calculer l'écart relatif.

Eau sulfatée calcique et magnésienne. Minéralisation en mg/l :			
calcium : 486	magnésium : 84	sodium : 9,1	potassium : 3,2
sulfate : 1187	hydrogénocarbonate : 403	chlorure : 8,6	nitrate : 2,7
Source Pavillon. Résidu sec à 180°C : 2125 mg/l.			

EFFICACITÉ D'UNE CARAFE FILTRANTE

Document 3 : Les adoucisseurs d'eau

À quoi sert un adoucisseur d'eau ?

Les adoucisseurs d'eau sont conçus pour transformer les eaux "dures" en eaux adoucies et limiter ainsi l'entartrage des équipements (chaudières, chauffe-eau, lave-linge, ...). Ce traitement de l'eau permet aussi de réduire les quantités de lessives et de savon utilisées. Par contre, le rinçage du corps, des cheveux, du linge pourra être un peu plus long et donc nécessiter plus d'eau. À noter que tous les lave-vaisselle possèdent déjà leur propre adoucisseur.

Dans quel cas acquérir un adoucisseur d'eau ?

La première question à se poser est celle de l'utilité par rapport à la dureté de l'eau, paramètre que l'on peut connaître en interrogeant la mairie, le distributeur d'eau ou la DDASS (direction départementale des affaires sanitaires et sociales). Si votre eau est en dessous de $15^{\circ}f$, ou si l'entartrage de vos équipements n'est pas important, l'achat d'un adoucisseur d'eau n'est pas justifié.

Comment fonctionne un adoucisseur d'eau ?

L'appareil fonctionne comme les cartouches des carafes filtrantes. Ces appareils contiennent du charbon actif et une résine échangeuse d'ions. Le charbon absorbe le chlore, les pesticides et les impuretés organiques, améliore le goût, élimine les odeurs et évite la formation d'écume à la surface de l'eau. Le charbon contient également un agent combattant les bactéries et prévenant la croissance des bactéries.

Les ions calcium et magnésium présents naturellement dans l'eau sont remplacés par des ions sodium grâce aux résines échangeuses d'ions qui se régénèrent périodiquement et automatiquement par un lavage d'eau très salée.

C'est un traitement très efficace et fiable mais qui présente aussi un certain nombre d'inconvénients qu'il faut absolument connaître avant de faire installer un adoucisseur.

Quels sont les risques et inconvénients des adoucisseurs d'eau ?

Attention, si une eau adoucie n'entartre pas les équipements, elle est généralement corrosive et peut perforer les canalisations, chaudières et chauffe-eau.

Dans tous les cas, les robinets fournissant l'eau de boisson ne doivent pas être connectés à l'adoucisseur. La consommation d'eau adoucie peut provoquer indirectement des inconvénients pour la santé en permettant la dissolution d'éléments toxiques (potentiellement le plomb des soudures des canalisations en cuivre antérieures à 1997) lorsque l'eau stagne dans les canalisations.

Par ailleurs, le calcium et le magnésium sont des éléments indispensables au bon fonctionnement de notre organisme. L'eau adoucie est également légèrement salée ; sa consommation est donc contre indiquée aux personnes suivant un régime hyposodé.

Publié le 26.01.2012 <http://www.eau-adour-garonne.fr/>

- Quels sont les inconvénients d'une eau trop dure ?
- Comment une eau trop dure est-elle adoucie ?
Une réponse plus détaillée sera donnée dans le corrigé disponible sur le site.
- Expliquer pourquoi la consommation d'une eau adoucie "est contre indiquée aux personnes suivant un régime hyposodé".
- RPS** : Une carafe filtrante a pour but d'adoucir une eau trop dure. Proposer et réaliser une manipulation permettant de tester l'efficacité de la carafe filtrante. Le mettre en œuvre.

