

T.P : T.S spé. Dureté d'une eau - Dosage des ions Ca^{2+} par colorimétrie.

CONTEXTE DU SUJET :

10%. Ca va se ressentir directement sur la facture de chauffage et celle des réparations.

Les dépôts de calcaire provoquent également sur les résistances des chauffe-eau électriques des dégâts et donc des frais de réparation élevés.

Lorsque sa dureté est supérieure à 30°F , il est conseillé d'installer un appareil anti calcaire directement après le compteur d'eau.

Sans mettre en place un système efficace, le calcaire va se fixer dans les tuyauteries et en réduire peu à peu le diamètre.

Les conséquences à plus ou moins long terme seront des réparations coûteuses et des frais d'énergie en augmentation.

Les problèmes de calcaire dans les canalisations et les résistances arrivent quand la dureté de l'eau est au dessus du seuil situé entre 30 et 35°F soit entre 300 et 350 mg de carbonate de calcium par litre.

Le technicien va déterminer par colorimétrie la concentration en ions Ca^{2+} et déterminer ainsi la dureté de l'eau du robinet.

DOCUMENT MIS A DISPOSITION :

Document 1. Dureté de l'eau - le degré français

Le titre hydrotimétrique (T.H.), ou dureté de l'eau, est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium et magnésium.

La dureté s'exprime en degré français (symbole $^\circ\text{f}$ ou $^\circ\text{fH}$) en France (à ne pas confondre avec le symbole $^\circ\text{F}$, degré Fahrenheit).

1 degré français correspond à 10^{-4} mol/L soit 4 milligrammes de calcium par litre d'eau.

Plage de valeurs du titre hydrotimétrique :

TH ($^\circ\text{f}$)	0 à 7	7 à 15	15 à 25	25 à 42	supérieur à 42
Eau	très douce	douce	moyennement dure	dure	très dure

D'après http://fr.wikipedia.org/wiki/Dureté_de_l'eau

Document 2. Dosage colorimétrique.

Un dosage colorimétrique est un type de dosage possible lorsqu'une réaction chimique donne des produits colorés et si l'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration de l'élément à doser.

Un dosage colorimétrique est également possible en utilisant des indicateurs colorés tels que l'hélianthine, la phénolphthaléine, le vert de bromocrésol qui vont se colorer par exemple à pH différents et de ce fait, vont pouvoir indiquer quand on atteint le point d'équivalence. On parle alors aussi de titrage colorimétrique.

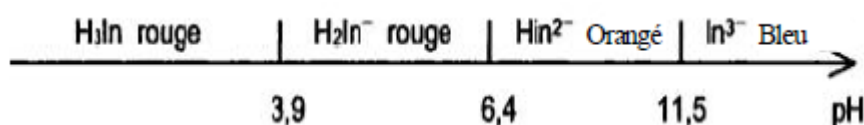
D'après http://fr.wikipedia.org/wiki/Dosage_colorimétrique.

Document 3. Le NET

Le Noir ériochrome T (NET) est un indicateur coloré utilisé lors des titrages d'ions métalliques (ions calcium et magnésium) en solution par complexation.

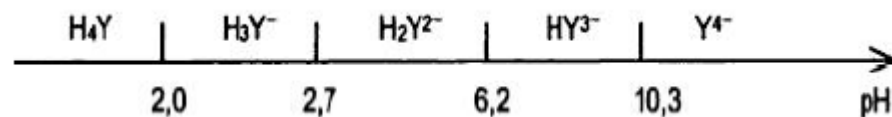
Le NET (noté H_3In) est une espèce chimique, qui en fonction du pH, change de forme.

En milieu basique ($\text{pH} > 10$) le NET sera sous sa forme In^{3-} et forme une espèce chimique rose violet (appelée complexe) avec les ions calcium Ca^{2+} .



Document 4. EDTA

L'EDTA (noté H_4Y) est une espèce chimique qui change de forme en fonction du pH.



En milieu basique ($\text{pH} > 10$) l'EDTA sera sous sa forme Y^{4-} et forme une espèce chimique incolore (appelée complexe) avec les ions calcium Ca^{2+} .

Document 5. Dualité de deux complexes

Dans une solution fortement basique ($\text{pH} > 10$) qui contient des ions Ca^{2+} et l'espèce chimique NET, les ions Ca^{2+} vont former un complexe coloré rose violacé avec le NET.

Les ions Ca^{2+} qui n'ont pas pu s'associer avec le NET pour former le complexe coloré rose violet, sont appelés "ions libres".

Dans ce milieu fortement basique, si on ajoute de l'EDTA, c'est sous sa forme Y^{4-} que l'EDTA va se présenter.

L'EDTA va former alors un complexe incolore avec les ions Ca^{2+} libres. Puis, si on continue à ajouter de l'EDTA, celui-ci va "s'attaquer" au complexe que les ions calcium ont formé avec le NET.

Le NET est donc "libéré" des ions Ca^{2+} et retrouve sa forme In^{3-} bleu.

TRAVAIL A REALISER

1. Elaborer un protocole de dilution de la solution

Proposer clairement le protocole expérimental qui vous permette de doser les ions calcium présents dans l'eau du robinet, en vous aidant des documents.

1.- Quelle solution va-t-on placer dans le bécher ? Pour quelle raison doit-on y ajouter 5 mL de soude ?

2.- Quelle solution va-t-on placer dans la burette ?

3.- Doit-on ajouter une autre espèce chimique dans le bécher ? Si oui dans quel but ?

2. Interpréter les résultats obtenus

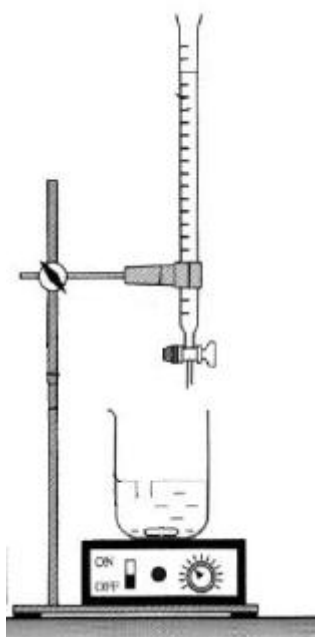
Effectuer le dosage pour déterminer la concentration en ions calcium. En déduire la concentration massique (la masse molaire des ions calcium est $M(\text{Ca}^{2+}) = 40,08 \text{ g.mol}^{-1}$) et le degré français de cette eau. Est-elle propre à la consommation ?

Document 6. Comment réduire la dureté de l'eau ?

Il est possible de diminuer la dureté d'une eau à l'aide d'un adoucisseur.

Cet appareil, comme les cartouches de carafes filtrantes, fonctionne sur le principe des échanges d'ions: l'eau dure traverse une bouteille remplie de petites billes poreuses en résine où sont adsorbés des ions sodium Na^+ .

Au contact de la résine, l'eau échange des ions calcium contre des ions sodium. Les ions calcium sont adsorbés par les résines.



L'adsorption est un phénomène de surface par lequel les molécules se fixent sur les surfaces solides des adsorbants par des interactions de type Van der Waals.

