

Thème : Eau et environnement ET Eau et ressources

Mots clés : Erosion, dissolution, concrétion ET production d'eau potable, traitement des eaux

🔗 Réfléchissons un peu avant de commencer

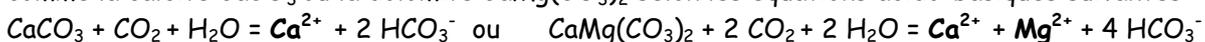
Document 1 L'érosion et la concrétion

La Cappadoce est une région de la Turquie connue pour ses paysages pittoresques résultant du volcanisme et de l'érosion.

« Les cheminées de fée » sont des colonnes naturelles de roches d'environ 40 mètres [...] L'érosion des cheminées peut avoir une ou plusieurs origines selon les lieux. Il peut ainsi s'agir de la force de l'écoulement des eaux de pluie et des réactions chimiques entre ces roches et les eaux [...] Des phénomènes de calcification (processus de transformation de la calcite CaCO_3 à l'état ionique dans l'eau) des colonnes permettent d'améliorer la résistance des colonnes de ces « cheminées ».



C'est le dioxyde carbone dissous dans ces eaux qui entraîne la lente érosion de certaines roches carbonatées comme la calcite CaCO_3 ou la dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ selon les équations acido-basiques suivantes :



Ces eaux chargées en ions calcium et magnésium ruissellent, s'évaporent, augmentant ainsi la concentration en minéraux. Les ions calcium et magnésium forment avec les ions hydrogénocarbonates HCO_3^- des précipités selon les réactions inverses précédentes. On peut alors observer des concrétions spectaculaires : stalactites, stalagmites, draperies...

D'après un article de Wikipédia

Document 2 Dureté d'une eau

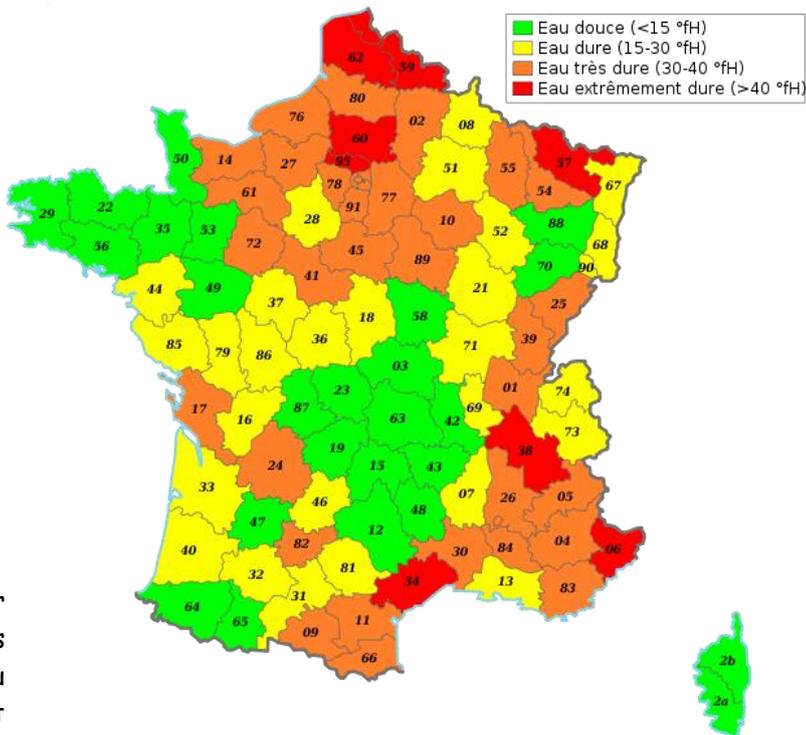
La dureté d'une eau ou titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations des ions calcium et des ions magnésium. L'unité de mesure du TH est le « degré français » (°f) : 1°f correspond à une masse de 4 mg de calcium ou 2,4 mg de magnésium par litre d'eau soit à une concentration de 10^{-4} mol.L⁻¹ d'ions calcium et/ou ions magnésium.

On classe les eaux selon leur dureté :

- De 0 à 5°f : eau très douce
- De 5 à 15°f : eau douce
- De 15 à 25°f : eau moyennement dure
- ≥ 25 °f : eau dure

On utilise un adoucisseur d'eau pour adoucir l'eau jusqu'à environ 5°f, car les détergents tels que le savon sont moins efficaces dans une eau dure : les ions calcium et magnésium font précipiter les anions carboxylate à longue chaîne présents dans le savon.

Une eau dure présente également des inconvénients d'ordre domestique en raison de la précipitation du calcaire (carbonate de calcium) ou formation de tartre.

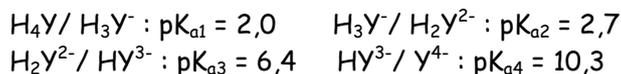


D'après un article de Wikipédia

Document 3 Principe de détermination de la dureté d'une eau minérale

On dose les ions calcium Ca²⁺ et les ions magnésium Mg²⁺ notés de façon générale X²⁺ dans un volume V₁ = 20 mL d'eau minérale par une solution d'EDTA de concentration molaire C₂ = 5,0.10⁻² mol.L⁻¹.

L'EDTA est un tétra-acide noté H₄Y dont les pK_a sont donnés ci-dessous :



Le dosage s'effectue en milieu tamponné (50 mL d'une solution tampon à pH proche de 10).

A ce pH basique, les ions Y⁴⁻ réagissent d'abord avec les ions calcium puis avec les ions magnésium pour

former des complexes incolores selon l'équation :
 $\text{X}^{2+} + \text{Y}^{4-} \rightarrow \text{XY}^{2-}$

L'équivalence est repérée par le changement de coloration de solution, grâce à la présence d'un indicateur coloré (une pointe de spatule ou quelques gouttes à ajouter au départ), le noir d'ériochrome T (ou NET), qui passe du rose fushia au bleu.

Document 4 Etiquette de l'eau minérale Hépar

Minéralisation caractéristique en mg/l.
Calcium : 555 - Magnésium : 110
Sodium : 14 - Sulfate : 1479 - Nitrate : 3,9
Hydrogénocarbonate : 403 - pH = 7,0
Résidu sec à 180°C. = 2580mg/l



Document 5 Eau quotidienne

La dureté d'une eau est sans conséquence sur la santé humaine. Une eau demeure potable quel que soit son TH. En France cependant, les eaux conseillées pour une consommation quotidienne ont des TH compris entre 15 °f et 50 °f.

1. Questions sur les documents [S'APPROPRIER] :

- ✗ Quels sont les cations impliqués dans la formation des concrétions ?
- ✗ Quel lien peut-on faire entre la dureté d'une eau et sa capacité à former des concrétions ? En déduire l'intérêt de déterminer la dureté d'une eau.
- ✗ Tracer le diagramme de prédominance de l'EDTA. Quelles sont les formes prédominantes de l'EDTA à pH ≈ 10 ? Pourquoi réalise-t-on le dosage de l'eau minérale en milieu tamponné ?
- ✗ A partir de l'étiquette de l'eau minérale dosée, déterminer son titre hydrotimétrique.

↳ Résolution de problème, type ECE

Problème à résoudre:

On cherche à déterminer d'abord si l'eau minérale Hépar est une eau de consommation quotidienne. Dans un second temps, on vérifiera que l'eau du robinet est bien une eau de consommation quotidienne.

2. Proposition et mise en œuvre de protocole [REALISER] :

- ✎ Proposer un protocole expérimental pour déterminer le titre hydrotimétrique de l'eau minérale Hépar.
- ✎ Réaliser le dosage de l'eau Hépar. Si le temps le permet, réaliser le dosage de l'eau du robinet.

3. Utilisation des résultats pour répondre au problème [VALIDER] :

- ✎ Déterminer le volume versé à l'équivalence V_E pour chacun des dosages réalisés.
- ✎ En déduire le degré hydrotimétrique de l'eau minérale Hépar et de l'eau du robinet.
- ✎ Répondre au problème.

↳ Comment réduire la dureté d'une eau ?

Une eau dure présente certains inconvénients pour un usage domestique. D'une part, elle favorise la formation de dépôts de carbonate de calcium (tartre) qui endommagent les appareils électroménagers et diminuent leurs performances. D'autre part, l'efficacité des savons et des détergents, qui contiennent des sels de sodium, est considérablement réduite dans les eaux riches en ions calcium et en ions magnésium.

Ces produits, qui contiennent des **tensioactifs**, doivent donc être présents en plus grandes quantités pour un résultat équivalent. Leur utilisation est de ce fait plus coûteuse et entraîne une pollution des eaux plus importante.

Il est possible de diminuer la dureté d'une eau à l'aide d'un adoucisseur. Cet appareil [doc. a], comme les cartouches de carafes filtrantes [doc. b], 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.

Pour être conforme à la réglementation, le TH d'une eau de consommation doit être supérieur ou égal à 15 °f et la concentration en ions sodium doit être inférieure à 150 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.



Document b Carafes filtrantes

		Solubilité ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
Oléate de :	calcium	400
	magnésium	240
	sodium	$100 \cdot 10^3$
Stéarate de :	calcium	40
	magnésium	30
	sodium	140

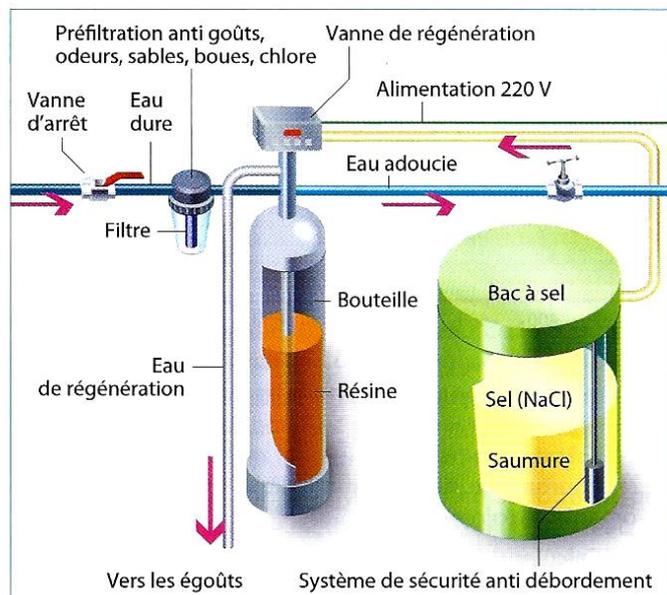
Document c Solubilités dans l'eau de quelques sels dérivés d'ions carboxylates

S'informer

■ Les **tensioactifs** sont des molécules amphiphiles : elles présentent deux parties de polarités différentes, une « tête polaire » hydrophile (miscible dans l'eau) et une « queue » apolaire lipophile (qui retient les matières grasses et est soluble dans les milieux apolaires, comme les graisses).

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

- ✎ Expliquer la baisse d'efficacité des savons dans les eaux dures.
- ✎ Quel est le nombre d'ions sodium libérés par la résine par ion calcium adsorbé ?
- ✎ Quel est le rôle du bac à sel dans un adoucisseur ?
- ✎ À quel usage doit-on réserver l'utilisation d'une eau adoucie et enrichie en ions sodium ?



Document a Principe d'un adoucisseur d'eau