

# DURETÉ D'UNE EAU

## DÉFINITION ET DÉTERMINATION EXPÉRIMENTALE

### I. DURETÉ D'UNE EAU

#### 1. Définition

La dureté d'une eau est liée aux concentrations molaires en deux espèces chimiques : les ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ . Plus une eau est riche en ces deux espèces chimiques, plus elle est dure.

Si ces deux ions ne présentent pas de danger sanitaire pour la consommation, ils sont à l'origine de problèmes domestiques tels que l'entartrage des canalisations ou résistances par précipitation du carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$ , communément appelé « calcaire ».

Par ailleurs, une eau trop dure diminue l'effet des détergents (effet moussant moindre) et entraîne une surconsommation de ces produits pour obtenir un résultat satisfaisant.

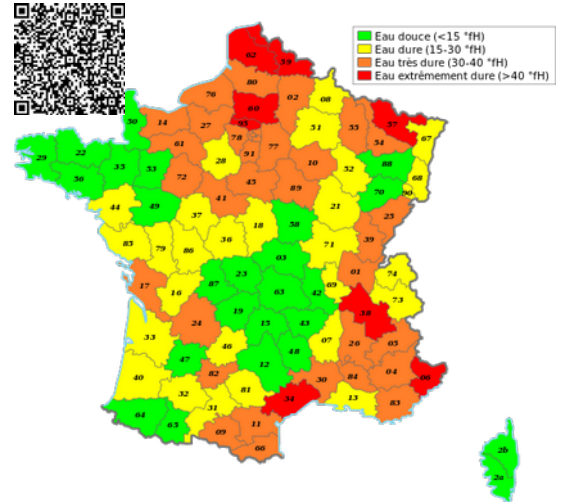


Illustration 1 : Dureté de l'eau en France

#### 2. Expression de la dureté d'une eau et contexte local

On exprime la dureté d'une eau par son titre hydrotimétrique (°f ou °fH).

1°f correspond à une concentration molaire en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  égale à  $10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , soit  $C_{\text{CaMg}} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

TH (°f)	0 à 7	7 à 15	15 à 30	30 à 40	> 40
$C_{\text{CaMg}}$ en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$					
Eau	Très douce	Douce	Dure	Très dure	Extrêmement dure

1. Quelle est la qualité de l'eau distribuée dans notre région du point de vue de sa dureté ?
2. À quelle constatation d'ordre géologique pourriez-vous relier ce phénomène ?

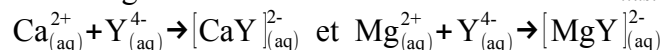
### II. DÉTERMINATION DE LA DURETÉ DE L'EAU DU ROBINET

#### 1. Mise en place du titrage

Données du titrage :

- × **Réactif titré** : ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ .
- × **Réactif titrant** : EDTA en milieu basique, notés  $\text{Y}^{4-}$ , de concentration molaire  $C_Y = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- × **Repérage de l'équivalence** : à l'aide d'un indicateur coloré, le noir ériochrome T (NET). En présence d'ions calcium ou magnésium, il forme des ions complexes  $[\text{CaIn}]_{(\text{aq})}^-$  et  $[\text{MgIn}]_{(\text{aq})}^-$  de couleur rose alors qu'il est bleu en leur absence.
- × Le pH est maintenu constant, voisin de 10 grâce à une solution tampon.

La réaction chimique support du titrage est la suivante :



1. Compléter l'illustration 2 à l'aide des espèces chimiques adéquates.
2. Expliquer en une phrase simple comment vous repérerez l'équivalence de ce titrage.

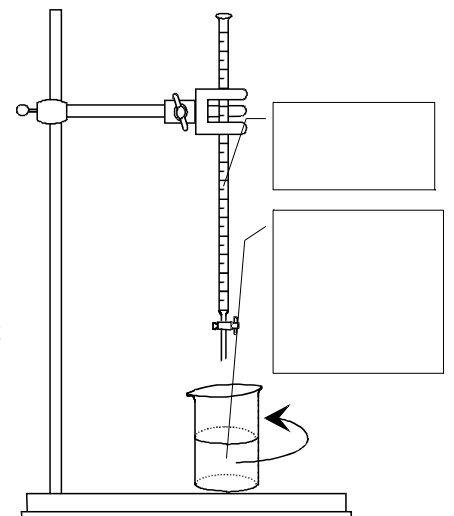


Illustration 2 : Schéma du dispositif de titrage

## 2. Réalisation du titrage et exploitation

### a. Détermination de la concentration totale des ions calcium et magnésium

- x Prélever le plus précisément possible un volume d'eau du robinet  $V_{\text{eau}} = 20,0 \text{ mL}$  et les verser dans un bécher ou erlenmeyer.
- x Ajouter 10,0 mL de la solution tampon pH 10, mesurés à l'éprouvette graduée, sans soucis d'une précision extrême et quelques gouttes d'indicateur coloré NET *JUSQU'À OBTENIR UNE TEINTE FRANCHE.*
- x Procéder au titrage et relever le volume équivalent : on procédera **dans un premier temps à un titrage rapide, puis à un titrage précis.**

Noter le volume à l'équivalence :  $V_{\text{éq}} = \dots\dots\dots \text{ mL}$

1. On note  $n_{\text{CaMg}}$  la somme des quantités de matière en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  :  $n_{\text{CaMg}} = n(\text{Ca}^{2+}) + n(\text{Mg}^{2+})$ .  
Quelle relation existe à l'équivalence entre  $n_{\text{CaMg}}$  et la quantité de matière  $n_Y$  introduite ?
2. Exprimez cette relation en faisant intervenir les concentrations des espèces chimiques et les volumes correspondants.
3. Déterminer la concentration globale en ions calcium ET magnésium, notée  $C_{\text{CaMg}}$ .
4. Effectuez toutes les applications numériques nécessaires pour déterminer le titre hydrotimétrique de l'eau du robinet Th en °f.

### b. Détermination de l'incertitude type sur la concentration molaire et sur le titre hydrotimétrique

1. Utilisez la fiche annexe pour estimer l'incertitude type sur  $C_{\text{CaMg}}$  et exprimer la valeur de cette concentration avec le nombre de chiffres significatifs cohérent.
2. En déduire l'incertitude type sur le titre hydrotimétrique de l'eau du robinet testée.
3. La valeur obtenue assortie de son incertitude type permet-elle de classer sans ambiguïté l'eau du robinet testée dans une catégorie telle qu'elles sont définies en préambule ?