

Infos généraux

Semaine	Thème	
8	Analyse quantitative par gravimétrie	
9	Equilibre chimique – le principe de LE CHATELIER	
10	Titrages de neutralisation acide-base I	
11	Titrages de neutralisation acide-base II	
12	Titrages complexométriques	Retour-Rapport (semaines 10+11) 18.3.2026 8:00 heures
13	Titrages d'oxydoréduction	
14	Cellules galvaniques	
16	Titrages redox par potentiométrie	
17	Titrages argentimétriques	Retour-Rapport (semaine 13) 22.4.2026 8:00 heures
18	Examen pratique	

Types de titrages

On peut séparer les différents titrages volumétriques suivant le type de réaction utilisé:

- **Titrages acidimétriques**: la réaction est une réaction acide-base. Application: dosage d'acides et de bases, de ions possédant des propriétés acido-basiques.
- **Titrages complexométriques**: la réaction est une réaction de complexation entre un ion et un chélate. Application: dosage des alcalino-terreux,
- **Titrages par précipitation**: la réaction est une réaction de précipitation. Application: dosage des halogénures (argentimétrie), ...
- **Titrages redox**: la réaction est une réaction d'oxydo-réduction. Application: dosage d'oxydants et de réducteurs.

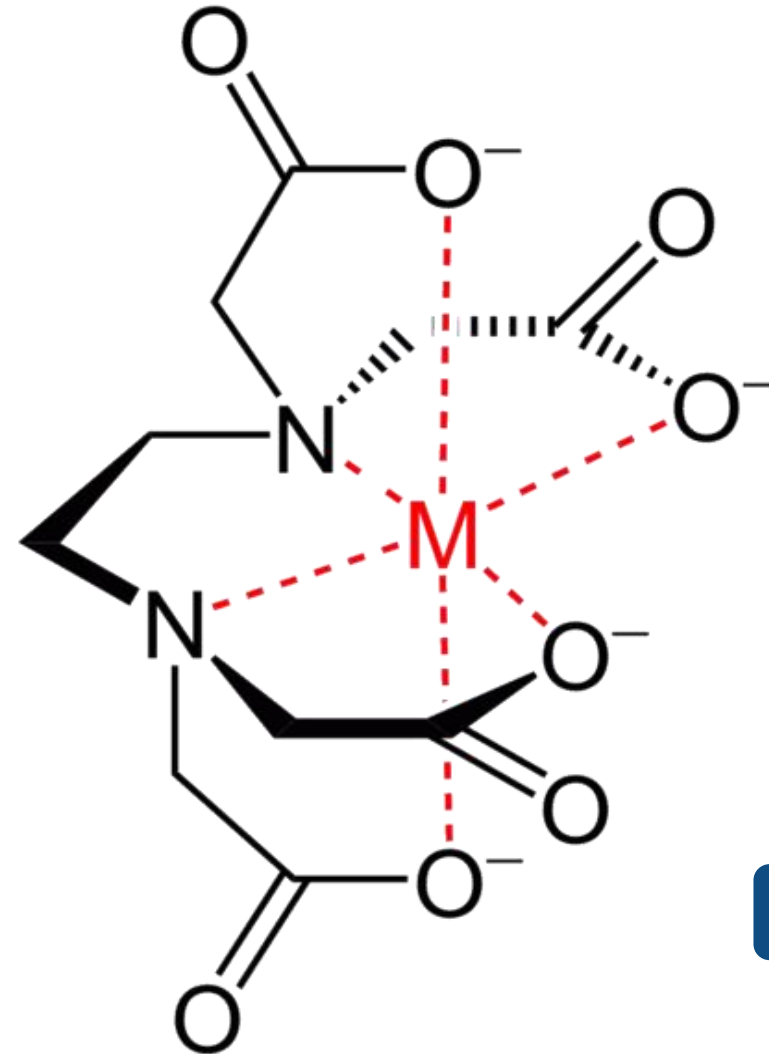
Acide Éthylènediaminetétraacétique (EDTA)

Qu'est-ce que l'EDTA ?

- Agent chélatant hexadentate : forme des complexes très stables avec les ions métalliques
- Possède 4 groupes carboxyliques et 2 amines
- EDTA^{4-} se lie au métal (M) avec un rapport stœchiométrique 1:1

Rôle en analyse

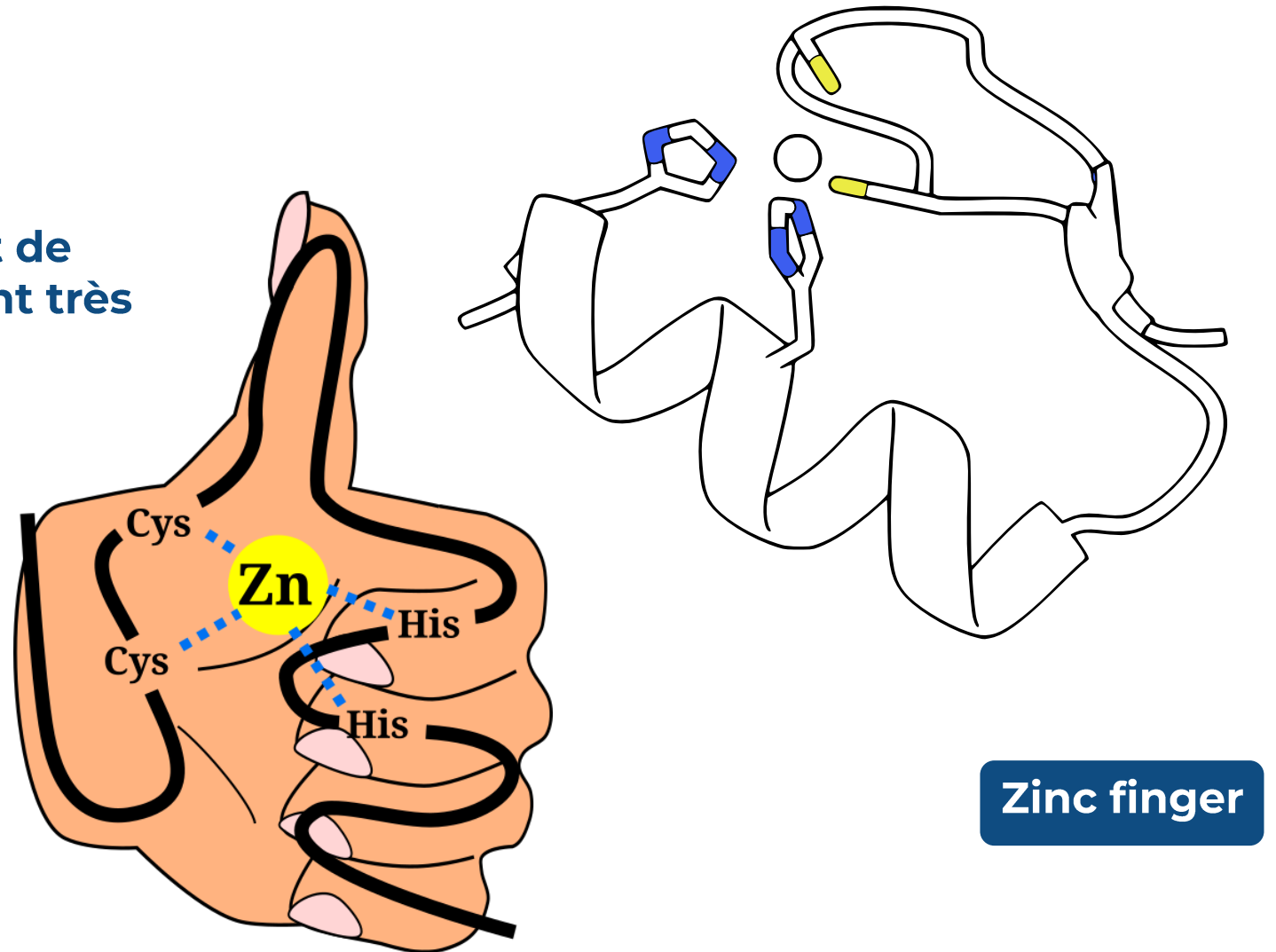
- Utilisé en titrage complexométrique pour doser Ca^{2+} et Mg^{2+}
- La constante de formation ($\log K_f$) avec Ca^{2+} est de 10.7, garantissant une réaction quasi-complète



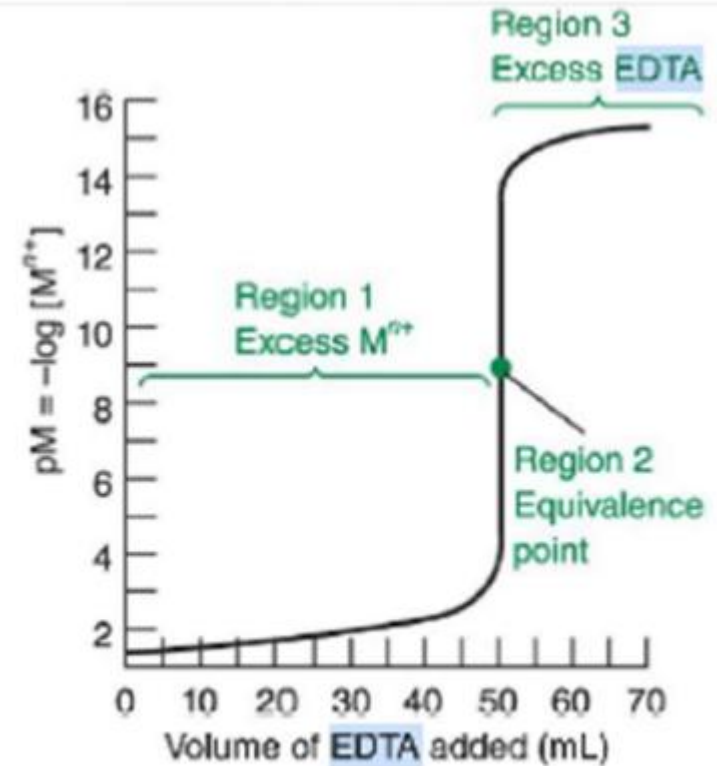
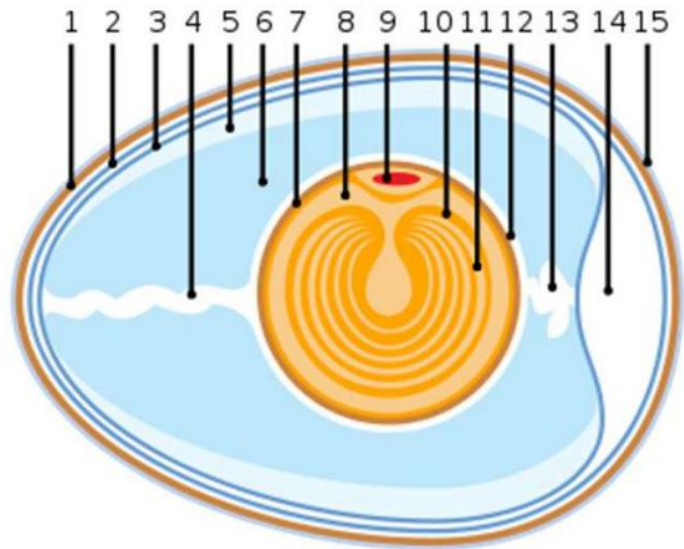
EDTA⁴⁻

Dans la nature

Plein des protéines importants font de complexes avec des métaux qui sont très stable aussi.

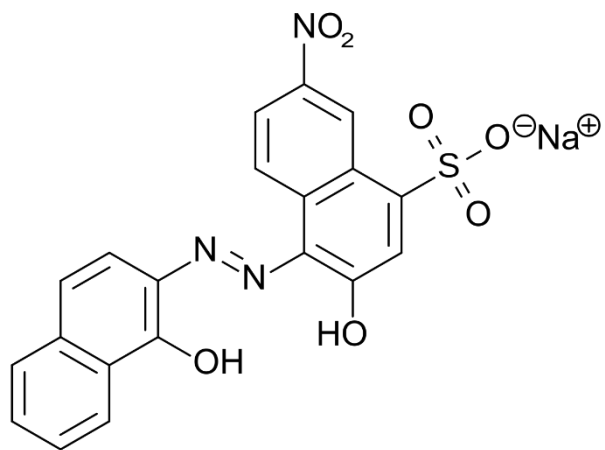


Analyse contenu calcium dans la coquille de l'œuf avec EDTA



Harris/Lucy, *Quantitative Chemical Analysis*, 10e, © 2020 W. H. Freeman and Company

Indicateur Noir d'Ériochrome T (NET)



Structure du NET

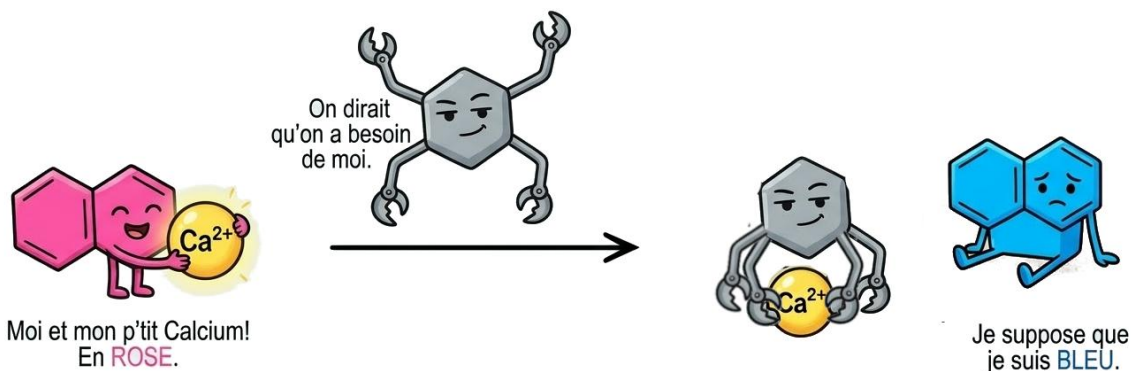


Principe du virage

- Indicateur coloré métallochromique
- **Rouge/Rose** lorsque complexé avec $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$
- **Bleu** lorsque l'EDTA est présent en excès

Explication

- L'EDTA a une affinité plus forte pour les métaux que le NET
- Au point d'équivalence, l'EDTA déplace le NET des complexes métalliques
- Le virage rouge → bleu signale la fin du titrage



Dosage sélectif : Mg^{2+}/Ca^{2+} vs Ca^{2+} seuls

Le pH du milieu permet de sélectionner les ions dosés. Deux conditions de dosage sont utilisées :

Dosage ammoniacal

pH 10

- Teneur globale en Ca^{2+} et Mg^{2+}
- Le tampon ammoniacal maintient le pH à 10, où les deux ions restent en solution
- L'EDTA complexe Ca^{2+} et Mg^{2+} simultanément

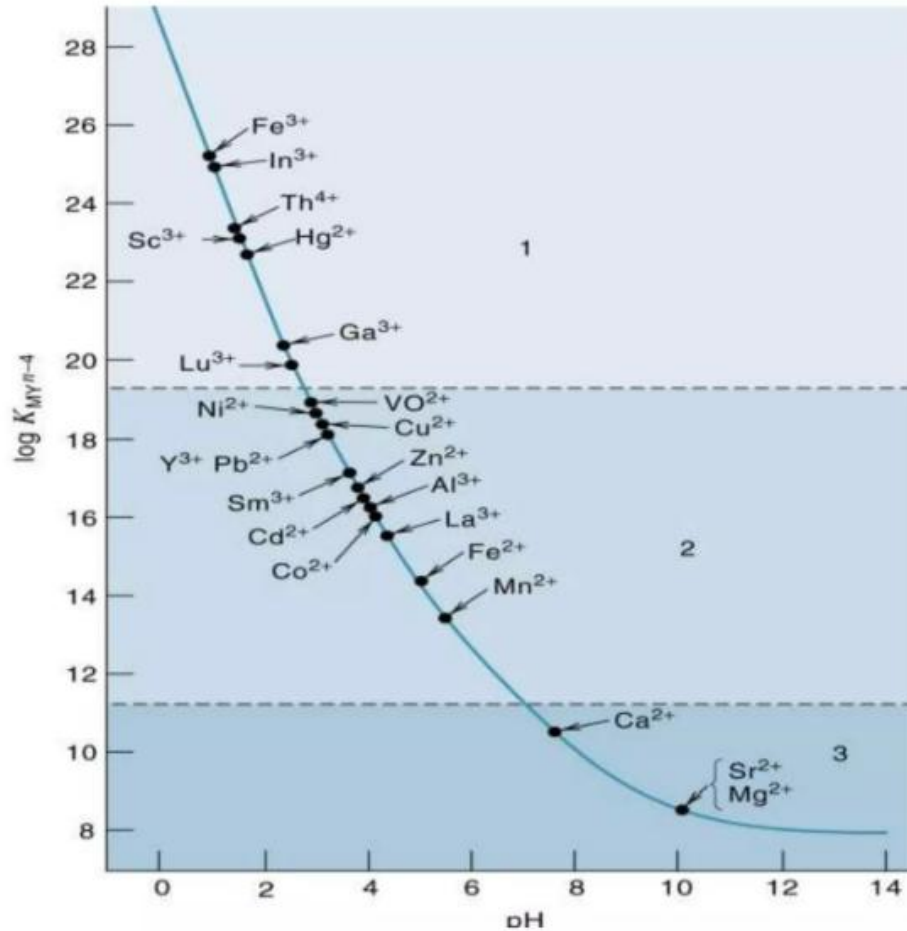
VS

Dosage basique

pH 12.5

- Teneur en Ca^{2+} seul
- À pH 12.5, Mg^{2+} précipite sous forme de $Mg(OH)_2$ et n'est plus disponible
- Seul Ca^{2+} reste en solution pour réagir avec l'EDTA

Dosage sélectif : EDTA



Minimum pH for effective titrations of various metal ions with EDTA.

Le pH du milieu permet de sélectionner les ions dosés.

Some common metallochromic indicators and their useful pH range

Indicator	Useful pH range	Useful for
Calmagite	9 – 11	Ba, Ca, Mg, Zn
Eriochrome Balck R	7.5-10.5	Ba, Ca, Mg, Zn
Eriochrome Blue R	8-12	Ca, Mg, Zn, Cu
Murexide	6-13	Ca, Ni, Cu
PAN	2-11	Cd, Cu, Zn
Salicylic acid	2-3	Fe

Définitions et unités

ppm (parties par million)

1 ppm = 1 mg / 1 kg

≈ 1 mg/L (pour les solutions aqueuses)

Exemple

1 g de soluté dans 999 g de solvant = 1000 ppm

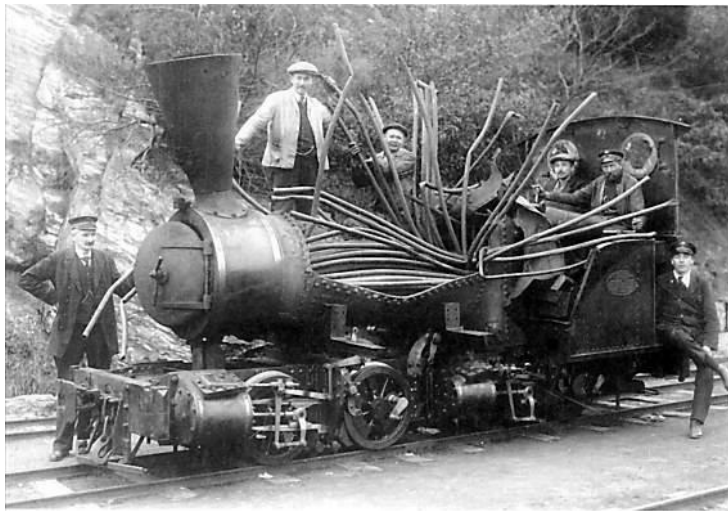
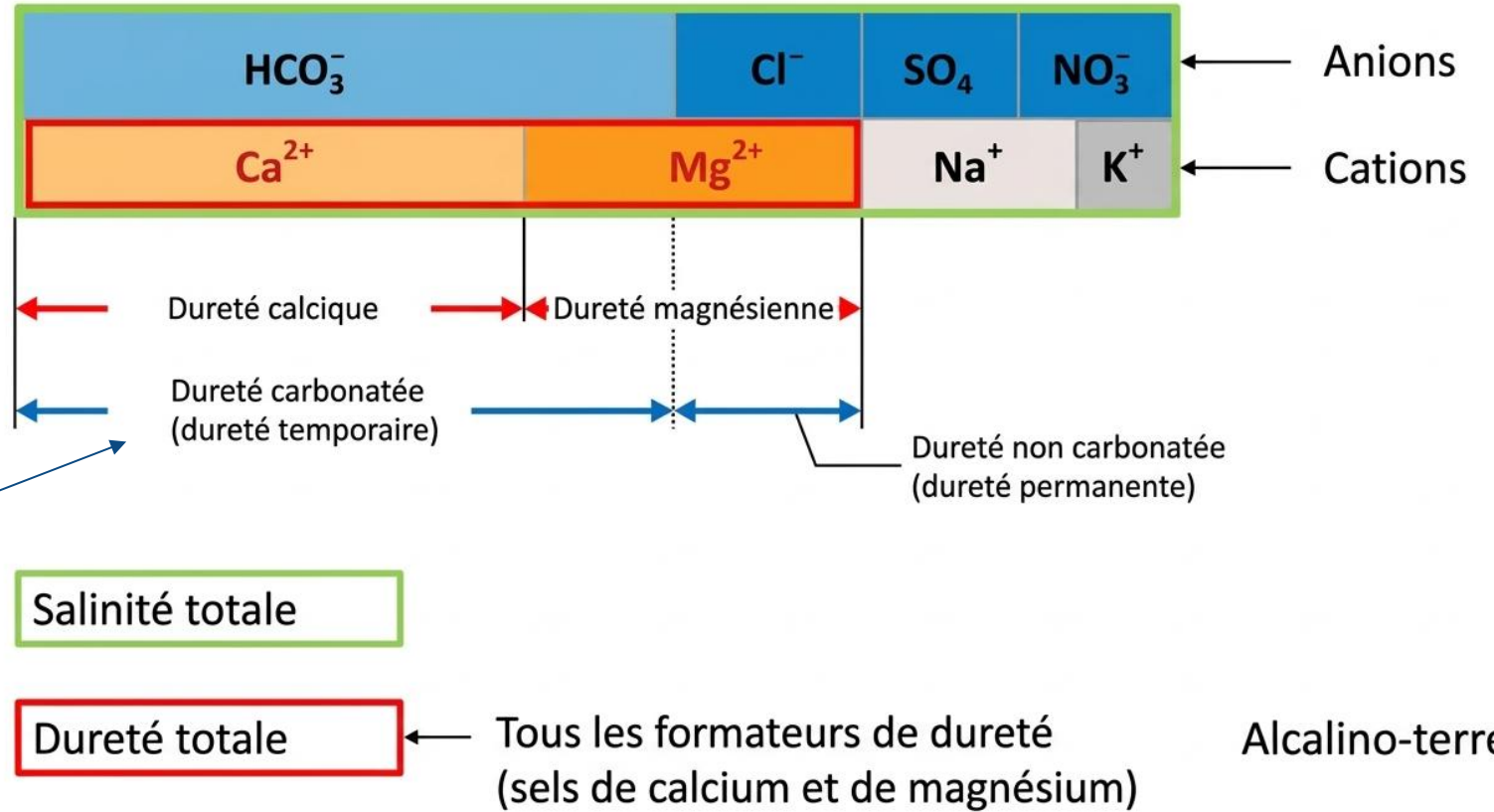
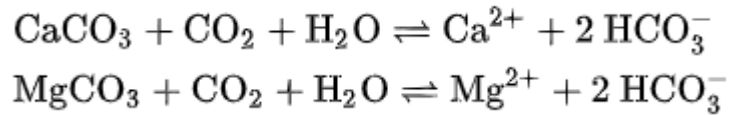
Unité très utilisée en chimie de l'eau pour exprimer les faibles concentrations

Titre Hydrométrique (T.H.)

- = dureté de l'eau
- = indicateur de la minéralisation de l'eau
- S'exprime en ppm (w/v) ou en mg/L de CaCO_3
- Se note °f ou °fH (degrés français)

Classification de l'eau

- 0-7 °fH : eau très douce
- 7-15 °fH : eau douce
- 15-25 °fH : eau moyennement dure
- >25 °fH : eau dure

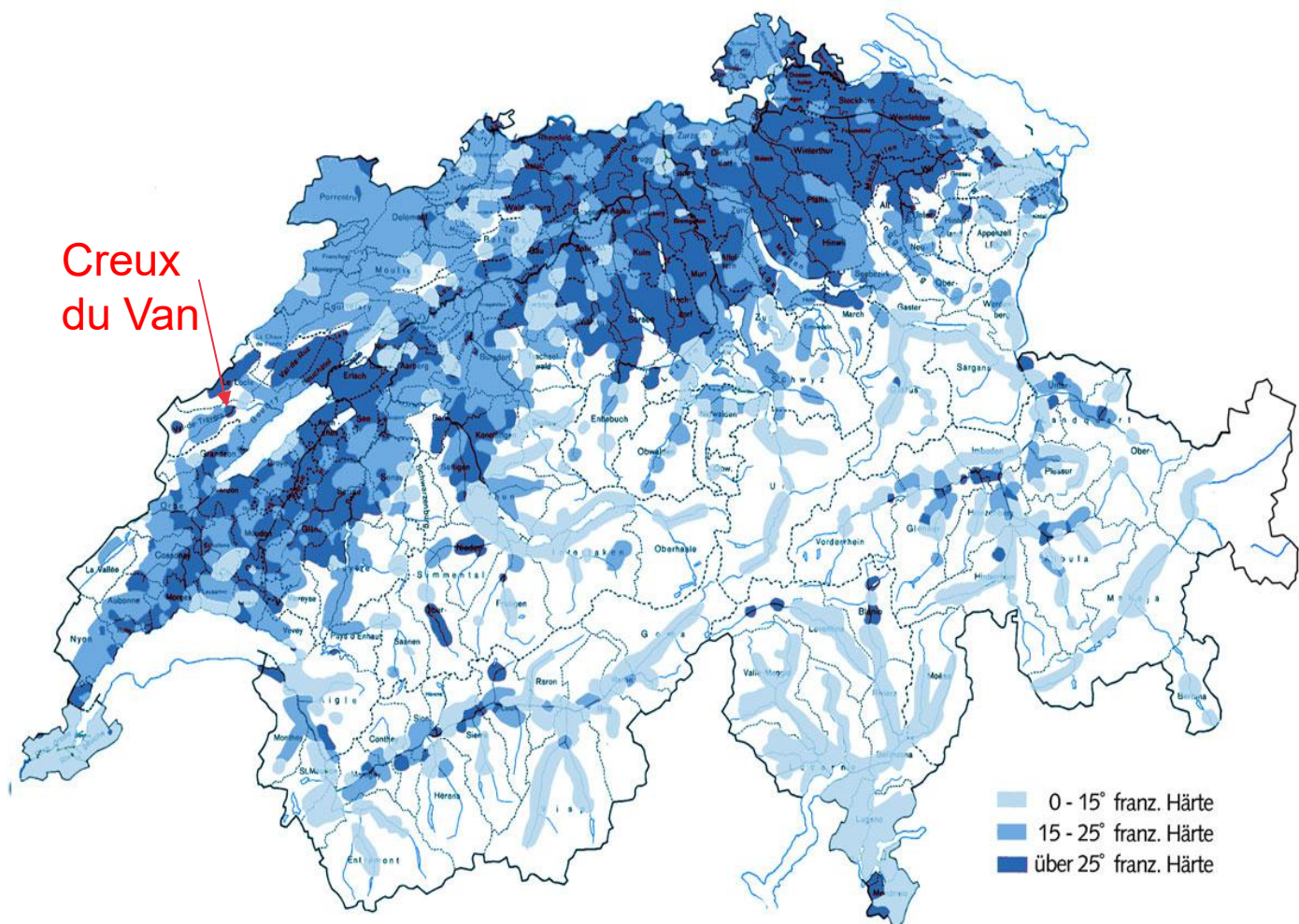


CaCO_3 a une conductivité thermique très faible. Dépôt de tartre dans une chaudière à vapeur peu avoir des conséquences importants.

Table de conversion des unités de dureté

Table de conversion des unités de mesure de dureté de l'eau							Ca ²⁺ / Mg ²⁺
	°dH	°e	°fH	ppm	mval/l	mmol/l	
Degré allemand	1 °dH = 1	1,253	1,78	17,8	0,357	0,1783	
Degré anglais	1 °e = 0,798	1	1,43	14,3	0,285	0,142	
Degré français	1 °fH = 0,560	0,702	1	10	0,2	0,1	
ppm CaCO ₃ (USA)	1 ppm = 0,056	0,07	0,1	1	0,02	0,01	
mval/l ions métaux alcalino- terreux	1 mval/l = 2,8	3,51	5	50	1	0,50	
mmol/l ions métaux alcalino- terreux	1 mmol/l = 5,6	7,02	10,00	100,0	2,00	1	

Dureté de l'eau en Suisse



Légende

- 0-15° : eau douce
- 15-25° : moyennement dure
- >25° : eau dure

Observations

- Les régions calcaires (Jura, Plateau) ont une eau plus dure
- Les Alpes ont généralement une eau plus douce (roches cristallines)
- La dureté dépend de la géologie locale et de la source d'approvisionnement

Dureté de l'eau en Suisse – Creux du Van

