



Documents partie 1: eau - analyse et épuration

Titre alcalimétrique et indice de Langelier d'une eau minérale

DOC 1

L'ion bicarbonate, ou hydrogénocarbonate, est un ion polyatomique dont la formule chimique est HCO_3^- . Le nom de bicarbonate vient du double caractère de ses propriétés, il est à la fois acide et base appartenant à deux couples acido-basiques différents ; on appelle cela une espèce amphotère. À ne pas confondre avec les ions carbonates qui portent deux charges négatives : CO_3^{2-} .

Le mot s'écrit au pluriel (bicarbonates) lorsqu'il s'agit des sels de l'ion bicarbonate. Parmi ceux-ci, le bicarbonate de sodium (souvent appelé « bicarbonate de soude » par abus de langage) de formule NaHCO_3 , est le sel sodé de l'ion bicarbonate le plus répandu et le plus utilisé. Les bicarbonates qui entrent en contact avec des acides, tel l'acide acétique du vinaigre, se transforment en dioxyde de carbone gazeux. Le bicarbonate de sodium est employé dans la cuisson du pain pour lui permettre de lever et aussi dans la propulsion des fusées jouets. Il contribue à la digestion dans notre organisme.

DOC 2

Le titre alcalimétrique TA

La mesure du titre alcalimétrique TA permet de déterminer la concentration en ion carbonate.

Expérimentalement, le TA se détermine par titrage volumétrique à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique en présence de phénolphtaléine.

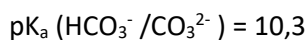
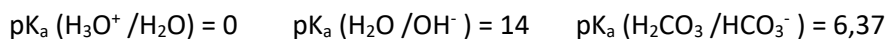
Le Titre alcalimétrique complet TAC

Le TAC est lié à la concentration totale en ions hydrogénocarbonate et carbonate.

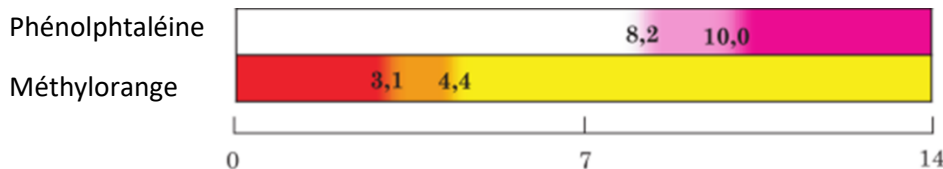
Expérimentalement, le TAC se détermine par titrage volumétrique à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique en présence de méthylorange.

DOC 3

Valeurs de quelques pK_a de couples acido-basiques

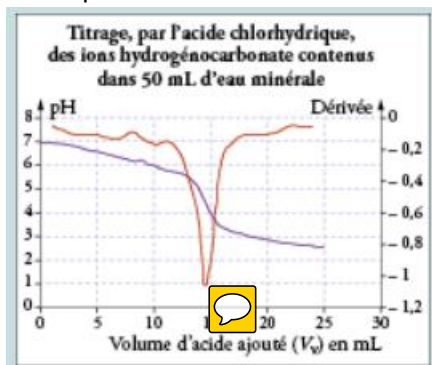


Zone de virage de quelques indicateurs colorés, échelle de pH



DOC 4

Pour effectuer le dosage alcalimétrique on prélève $V_1 = 50,0\text{ mL}$ d'eau minérale que l'on titre par une solution d'acide chlorhydrique $[HCl] = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$. On obtient la courbe donnant le pH en fonction du volume V_a d'acide versé.



DOC 5

La minéralisation constante et équilibrée de l'eau minérale naturelle d'Evian présente les caractéristiques suivantes (en mg/l):

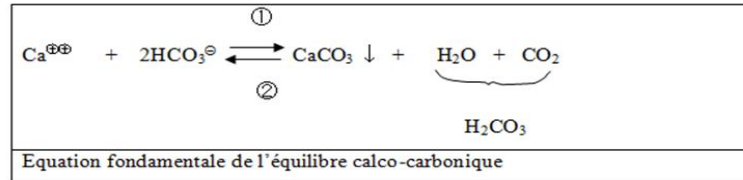
Calcium	78	Bicarbonates	357
Magnésium	24	Sulfates	10
Sodium	5	Chlorures	4,5
Potassium	1	Nitrates	3,8

Résidu sec à 180°C : 309 mg/l - pH = 7,2
Source Cachat - S.A. EVIAN 74503 Evian

DOC 6

Le bicarbonate est un des composants majeurs de l'eau. Il existe uniquement à l'état dissous dans l'eau, s'il précipite, c'est à l'état de carbonate de calcium ou magnésium.

Sa présence dans l'eau ne peut être maintenue que si il est équilibré par du CO₂ libre.



Il existe une valeur de pH d'équilibre (pH de saturation) qui correspond à l'équilibre entre cette eau et le carbonate de calcium.

$$\text{pH}_{\text{sat}} = \text{pK}_a2 - \text{pK}_s - \log [\text{Ca}^{2+}] - \log [\text{HCO}_3^-]$$

avec $\text{pK}_s = 8,05$

DOC 7

INDICE de LANGEIER

L'indice de LANGEIER (i) ou index de saturation reflète l'état d'équilibre (ou de déséquilibre) calco-carbonique

$$i = \text{pH}_{\text{réel}} - \text{pH}_{\text{sat}}$$

Le tableau suivant résume les trois cas possibles :

i	action de l'eau	type d'eau
i < 0	Dissolution de CaCO ₃	agressive
i = 0	Pas d'action	inactive
i > 0	Dépôt de CaCO ₃	incrustante



Corrosion interne



entartrage

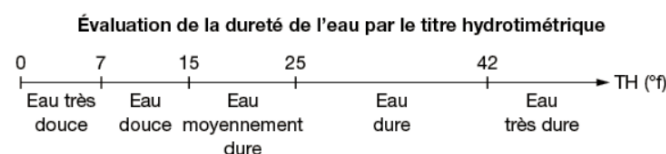
Dureté d'une eau minérale et conductivité

DOC 1

Quelle que soit son origine, sous-sol, fleuves, rivières, lacs, robinet,...l'eau contient en plus ou moins grande quantité des minéraux dissous : sels de calcium, magnésium, potassium et de nombreux sels minéraux. La dureté ou titre hydrotimétrique (TH_{tot}) d'une eau est l'indicateur de la présence de cations polyvalents dissous, essentiellement le calcium Ca^{2+} et le magnésium Mg^{2+} . Le TH s'exprime en degré français (°f).

$$\text{Pour un ion : } 1^\circ\text{f} = \frac{0,2}{|Z|} \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

1°f correspond donc à 10^{-4} mol/dm^3 d'ions Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} .



DOC 2

La dureté d'une eau est déterminée grâce à un titrage complexométrique par l'EDTA (acide EthylèneDiamineTétraAcétique, souvent noté H_4Y) en présence d'un indicateur coloré et d'une solution tampon permettant de maintenir le pH de la solution entre 9 et 10. En milieu basique l'EDTA contient des ions Y^{4-} qui réagissent avec les ions calcium et magnésium selon

Cela signifie que la quantité d'EDTA versée sert à doser les quantités d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} présents dans le volume V d'eau titrée.

DOC 3



Grâce à sa cartouche filtrante BRITA vous offre une protection optimale contre le calcaire, ainsi qu'une eau au goût agréable pour la préparation de vos thés, cafés et plats savoureux.

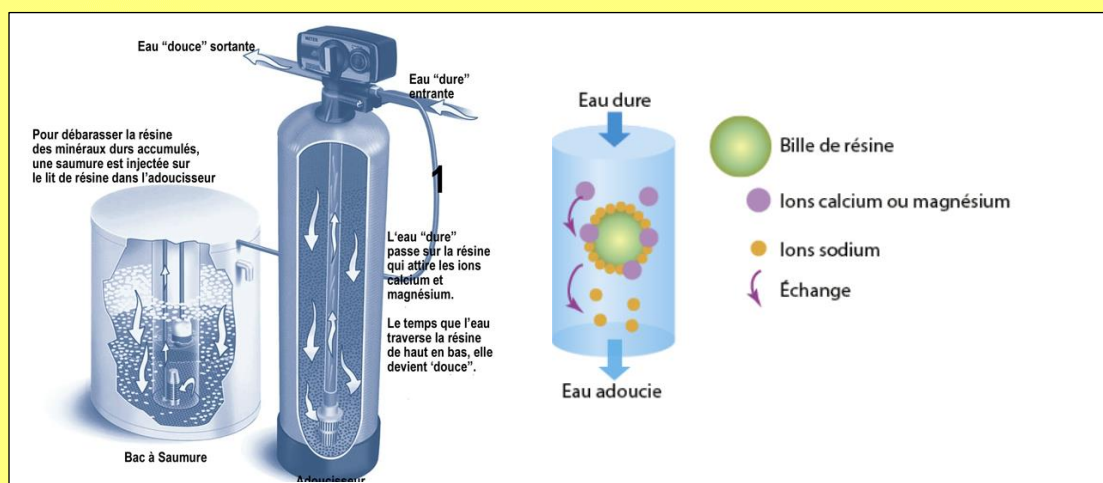
<https://thinkyourwater.brita.be>

Monsieur X séduit par l'annonce publicitaire, compare la dureté de l'eau de son robinet à celle obtenue après filtration avec une carafe récemment achetée.

Echantillon 20 ml	Eau robinet	Eau robinet filtrée
Volume EDTA V_E (ml) à pH 10	6,7	3,9

La concentration de la solution d'EDTA utilisée est $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

DOC 4



DOC 5

La conductimétrie permet l'étude quantitative de la conductivité des électrolytes, solutions conductrices du courant électrique constituées d'ions mobiles (cations et anions). Cette technique consiste à mesurer la **conductance** G d'une solution conductrice, exprimée en siemens (S), est l'inverse de la résistance : $G = R^{-1}$.

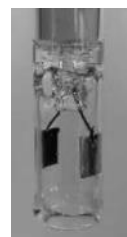
Le conductimètre affiche la **conductivité** χ :

$$\chi = G \cdot l \cdot s^{-1} \quad \chi, \text{ en } S \cdot cm^{-1}$$

G , conductance en S

l , distance entre les plaques en cm

S , surface d'une plaque en cm^2



DOC 6

La conductivité d'une solution E est fonction de la nature, des concentrations des espèces chargées la constituant ainsi que de la température

Conductivité molaire :

$$\Omega^{-1} cm^2 mol^{-1} \text{ ou } S cm^2 mol^{-1} \quad \Lambda_m = \frac{10^3 \chi}{[E]} \quad \frac{\Omega^{-1} cm^{-1}}{mol dm^{-3}}$$

loi de Kohlrausch :

$$\text{Pour une solution diluée : } \Lambda_m^0 = n_+ \lambda_+^0 + n_- \lambda_-^0$$

Où λ , conductivité molaire ionique est l'apport de l'ion à la conductivité électrique, grandeur dépendant de la température, de la charge, de la taille de l'ion.

n , le nombre de moles

DOC 7

Conductivités ioniques limites équivalentes (T=25°C) [$\Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$]

CATIONS	$\frac{\lambda^0_+}{z_+}$	ANIONS	$\frac{\lambda^0_-}{ z_- }$
H ⁺	349,8	OH ⁻	198,3
Na ⁺	50,1	Cl ⁻	76,3
K ⁺	73,5	NO ₃ ⁻	71,5
NH ₄ ⁺	73,5	CO ₃ ⁻	69,3
Mg ⁺⁺	53,1	SO ₄ ⁻⁻	80,0
Ca ⁺⁺	59,5	CH ₃ COO ⁻	40,9

Les eaux potables ont en générale une conductivité comprise entre 200 et 1000 $\mu\text{S/cm}$
 avec 400 $\mu\text{S/cm}$ une eau d'excellente qualité
 L'eau de mer est de l'ordre de 30000 $\mu\text{S/cm}$
 L'eau pure $5,50 \cdot 10^{-8} \text{ S.cm}^{-1}$ à 25°C