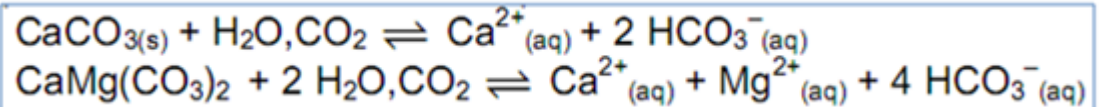


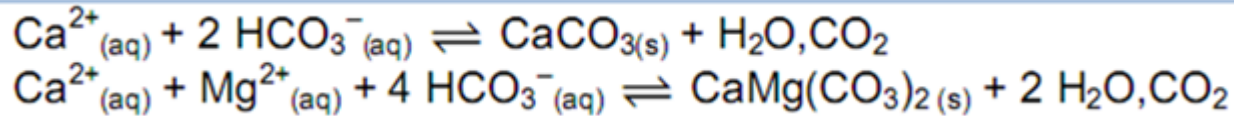
Partie 1 : questions relatives aux documents 1 et 2

1-1-Que provoque la légère acidité des eaux de pluies ? À quoi est-elle due ?

Elle provoque la lente érosion de roches carbonatée (CaCO_3), $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$



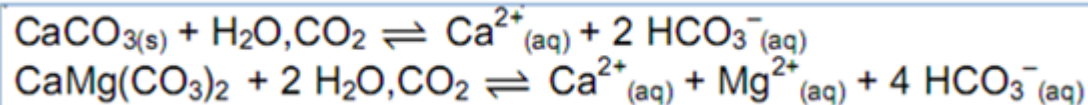
1-2- Quels sont les cations impliqués dans la formation des concrétions présentes dans les grottes ?



Ca^{2+} et Mg^{2+}

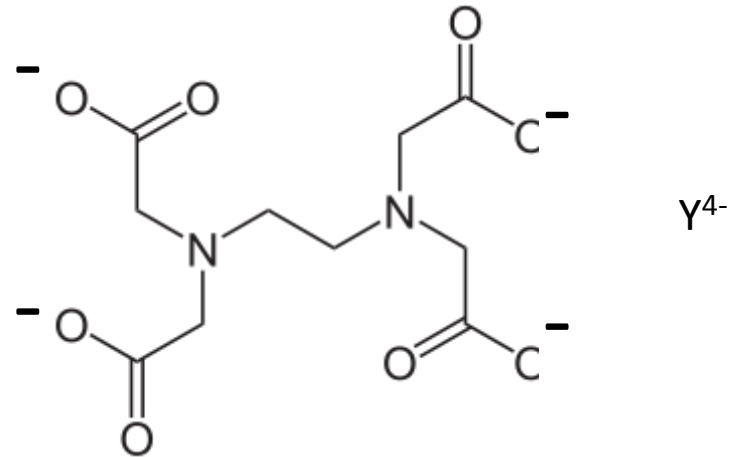
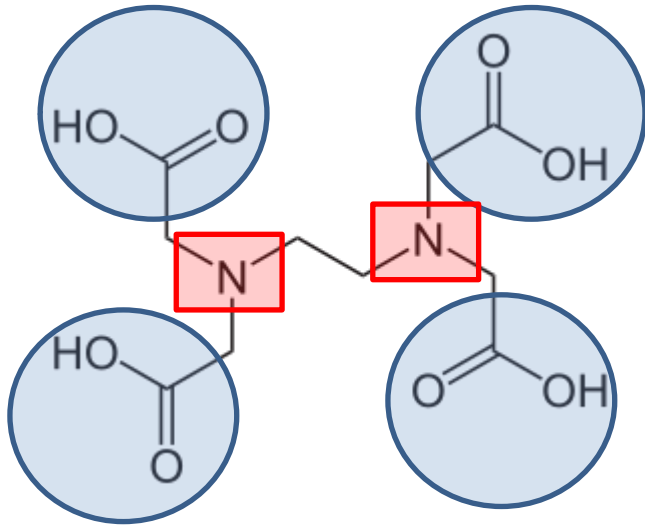
1-3- Quel phénomène est responsable de la présence des minéraux dans l'eau ? Ce phénomène est-il lent ou rapide ?

L'érosion des roches carbonatées entraîne la présence d'ion calcium et magnésium dans l'eau. C'est un phénomène très lent.

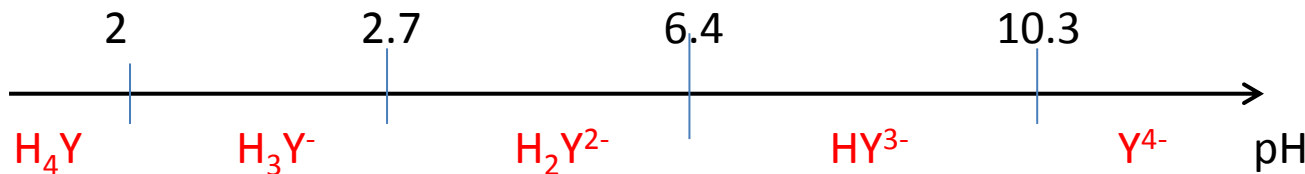


1-4- Quelles sont les groupements fonctionnels présents sur la molécule d'EDTA H_4Y ? Ecrire la formule topologique de l'ion Y^{4-} .

4 groupement CARBOXYLE et 2 groupement AMINE **acide éthylène diamine tétra acétique**



1-5- placer sur un axe de pKa les zones de prédominance des différentes espèces chimiques des 4 couples acide-base de l'EDTA.

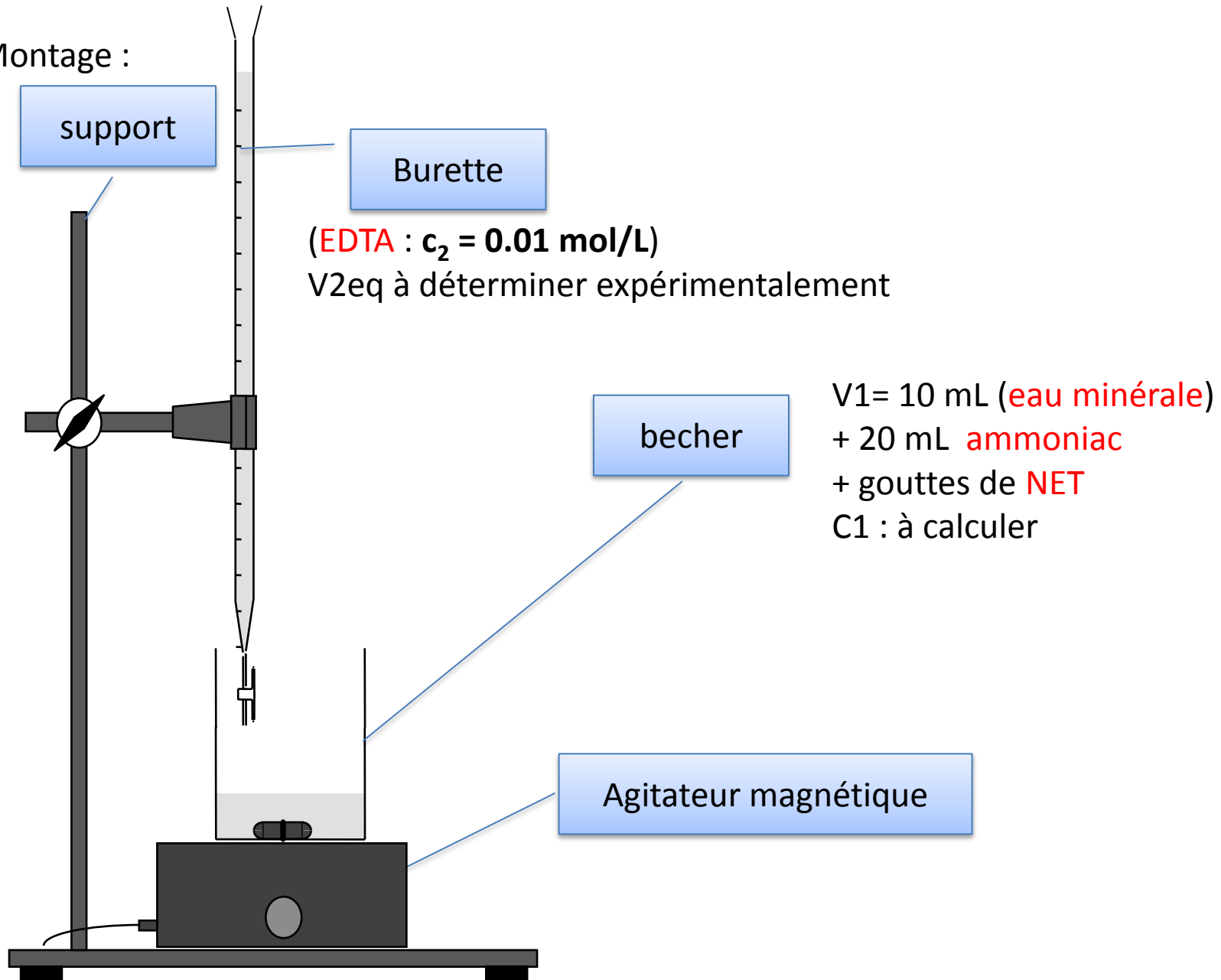


$H_4Y / H_3Y^- : pK_{a1} = 2,0$
 $H_3Y^- / H_2Y^{2-} : pK_{a2} = 2,7$
 $H_2Y^{2-} / HY^{3-} : pK_{a3} = 6,4$
 $HY^{3-} / Y^{4-} : pK_{a4} = 10,3$

Partie 2 : dosage d'une eau de source

1- expérience

Montage :



Calculs

1- Ecrire l'équation-bilan du dosage. Quelle est la concentration c_1 en X^{2+} (Ca^{2+} et Mg^{2+} ensemble) en déduire la quantité de matière de X^{2+} dans l'échantillon dosé puis dans 1 L d'eau.



n_1 n_2

A l'équivalence $n_1 = n_2$

$$\text{Donc } C_1 \times V_1 = C_2 \times V_{2eq}$$

10 mL

0.01 mol/L

$V_{2eq} = 15.5 \text{ mL}$

$$C_1 = \frac{C_2 \times V_{2eq}}{V_1} = \frac{0.01 \times 15.5}{10} = 1.55 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$n_1 = C_1 \times V_1 = C_2 \times V_{2eq} = 0.01 \times 15.5 \times 10^{-3} = 1.55 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

2- A l'aide des renseignements indiqués sur les étiquettes d'eau minérales page suivante, calculer la quantité de matière en ion calcium et magnésium dissoute dans 1 L de chaque eau minérale.

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
Embouteillée à Vittel - Emb. 88516
Service consommateurs : HÉPAR
PVF - TSA 40001
92793 ISSY MOULINEAUX Cedex 9
A conserver à l'abri du soleil,
dans un endroit propre, sec, frais et sans odeur.

EAU MINÉRALE NATURELLE

Hepar

Minéralisation caractéristique (mg/l)

CALCIUM : 486	MAGNESIUM : 84	Sodium : 9,1	Potassium : 3,2
Sulfate : 1187	Hydrogène-carbonate : 403	Nitrate : 2,7	Chlorure : 10

Source Contrex. Résidu sec à 180 °C : 2125 mg/l.
A consommer de préférence : voir date indiquée sur la bouteille et dans les 48 heures après ouverture.

Contrex

Masses molaires :

$$M_{Ca} = 40.1 \text{ g/mol}$$

$$M_{Mg} = 24.3 \text{ g/mol}$$

Cas Contrex :

CALCIUM : 486 | MAGNESIUM : 84

En mg/L

Masses molaires :
 $M_{Ca} = 40.1 \text{ g/mol}$
 $M_{Mg} = 24.3 \text{ g/mol}$

Dans 1 L d'eau

$$n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{m}{M} = \frac{0.486}{40.1} = 0.0121 \text{ mol}$$

$$n(\text{Mg}^{2+}) = \frac{m}{M} = \frac{0.084}{24.3} = 0.00345 \text{ mol}$$

$$n \text{ total} = n(\text{X}^{2+}) = 0.0121 + 0.00345 = \mathbf{1.55 \times 10^{-2} \text{ mol}}$$

dans 1 L d'eau

Cas HEPAR

Calcium : 555 - Magnésium : 110

En mg/L

$$n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{m}{M} = \frac{0.555}{40.1} = 0.0137 \text{ mol}$$

$$n(\text{Mg}^{2+}) = \frac{m}{M} = \frac{0.110}{24.3} = 0.0045 \text{ mol}$$

$$n \text{ total} = n(\text{X}^{2+}) = 0.0137 + 0.0045 = \mathbf{1.82 \times 10^{-2} \text{ mol}}$$

dans 1 L d'eau

3- Identifier l'eau minérale dosée.

On trouvait expérimentalement $1.55 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ donc $1.55 \times 10^{-2} \text{ mol}$ dans 1L c'est donc l'eau minérale CONTREX

Partie 3 : l'âge des océans

1- En utilisant vos connaissances sur le cycle de l'eau, expliquer comment l'eau douce des rivières peut saler les océans.

Les eaux de pluies sont au départ très peu chargées en minéraux. En effet, en s'évaporant, l'eau de mer perd son sel (c'est ainsi qu'on extrait le sel dans les marais salants). Ces eaux de pluies ruissellent et lessivent les sols traversés, elles s'enrichissent ainsi en ions dissous.

2- La masse des océans est de $1,33 \cdot 10^{21}$ kg. En déduire la masse totale de chlorure de sodium contenue dans les océans (en kg).

$$[\text{NaCl}] = 0.778 \times \text{salinité} = 0.778 \times 35 = 27.23 \text{ g/kg d'eau de mer}$$

$$M(\text{NaCl océans}) = 27.23 \times 1,33 \cdot 10^{21} = \mathbf{3.62 \times 10^{22} \text{ g} = 3.62 \times 10^{19} \text{ kg}}$$

Le chlorure de sodium $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$, appelé couramment "sel", est un composé ionique responsable à 77,8 % de la salinité de l'eau de mer.

3- On donne $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Calculer la masse molaire du chlorure de sodium. En déduire le pourcentage de sodium dans une mole de chlorure de sodium.

$$M_{\text{NaCl}} = 23 + 35.5 = 58.5 \text{ g/mol} \quad \% \text{ Na} = \frac{23}{58.5} = 0.393 = 39.3\%$$

4- En déduire la masse de sodium contenue dans les océans.

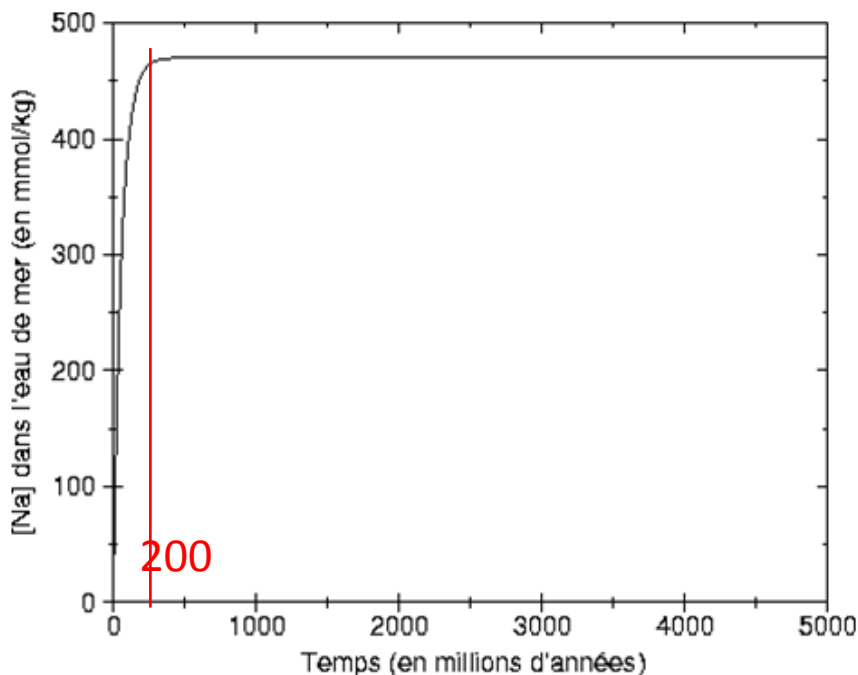
$$m(\text{Na}) = 0.393 \times 3.62 \times 10^{19} = \mathbf{1.42 \times 10^{19} \text{ kg}}$$

5- En appliquant l'hypothèse de John Joly, montrer que l'âge des océans et donc de la Terre est ainsi estimé à environ 100 millions d'années

John Joly a fait l'hypothèse que le sodium des océans ne provenait que des rivières. Il a estimé qu'elles apportaient **$1,43 \cdot 10^{11}$ kg de sodium chaque année** aux océans.

Durée du dépôt de Na = âge des océans : $\frac{1,42 \times 10^{19}}{1,43 \cdot 10^{11}} = 9,96 \times 10^7 \text{ ans} \approx 100 \text{ millions d'années}$

6-1- Commenter le graphe ci-dessus donnant la quantité de matière de sodium (mmol/kg d'eau de mer) dans les océans au cours des millions d'années depuis la naissance de la Terre. Infirme-t-il l'hypothèse de John Joly ?



- Jusqu'à environ 200 millions d'années, la concentration de sodium augmente puis se stabilise à environ 475 mmol/kg
- Il se crée un équilibre entre l'apport de sodium par les rivières et la disparition de Na en particulier dans le plancher océanique.

6-2- Calculer la salinité moyenne des océans à l'aide de ce graphe .

$[Na] = 475 \text{ mmol/kg d'eau de mer}$

$m(Na) = 475 \times 10^{-3} \times 23 = 10.925 \text{ g/kg d'eau de mer}$

$m(NaCl) = 10.925 / 0.393 = 27.79 \text{ g/kg d'eau de mer}$ (% Na dans NaCl = 0.393)

Salinité = $27.79 / 0.778 = \mathbf{35.7 \text{ g/kg d'eau de mer}}$

On retrouve donc approximativement la salinité moyenne des océans qui est d'environ 35 g/ kg d'eau de mer

