

TP N° 1 : Dosage de la dureté totale

I. Généralité :

La dureté totale d'une eau est définie par la quantité d'ions calcium Ca^{2+} (dureté calcique) et magnésium Mg^{2+} (dureté magnésienne) présents dans cette eau. Elle s'exprime en °TH (degré hydrotimétrique).

Plage de valeurs du titre hydrotimétrique

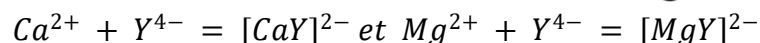
TH (°F)	0 à 7	7 à 15	15 à 25	25 à 42	+ 42
Eau	très douce	eau douce	moyennement dure	dure	très dure

$$1^{\circ}F = 0,2 \text{ mEq/L} = 10 \text{ mg/L } CaCO_3$$

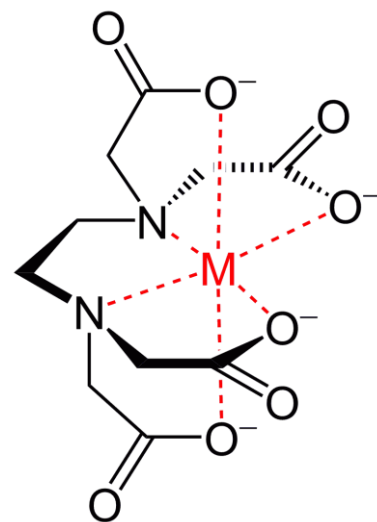
II. Principe du Dosage de la dureté totale :

Les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} seront dosés par complexométrie par une solution d'EDTA. L'EDTA ou acide éthylène diamine tétracétique dont la formule est donnée ci-contre sera noté pour plus de commodité H_4Y .

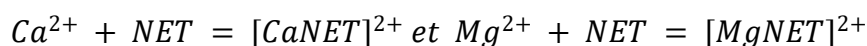
L'EDTA est un tétracide. Sa forme la plus basique est l'ion Y^{4-} . Les ions Y^{4-} forment des complexes avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} selon les réactions ci-dessous :



Les complexes de l'EDTA avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} ne sont pas colorés. Afin de détecter l'équivalence, on complexe les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} contenus dans l'eau minérale par le noir d'ériochrome NET, donnant des complexes colorés mais moins stables qu'avec l'EDTA. Lors de l'ajout de la solution titrante d'EDTA, le NET est progressivement libéré jusqu'à l'équivalence où il est libre en solution.



Le NET joue le rôle d'indicateur de fin de réaction. Il est violet en présence d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} , et bleu dans l'eau distillée. L'utilisation de cet indicateur est optimale lorsque le pH est entre 9 et 10. Il peut, lui aussi, donner des complexes avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} selon les réactions ci-dessous :



Remarque : $[CaNET]^{2+}$ est moins stable que $[MgNET]^{2+}$, lui-même moins stable que $[MgY]^{2-}$ qui est moins stable que $[CaY]^{2-}$

III. Mode d'opérateur :

III.1 Mode opératoire :

Introduire 50 mL d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 mL, ajouter 4 mL de solution tampon et trois gouttes de solution de noir ériochrome T. La solution se colore en rouge foncé ou violet, le pH doit être de 10. En maintenant une agitation, verser la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer au bleu. Vérifier que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA.

III.2 Expression des résultats

La concentration totale en calcium et magnésium, exprimée en milliéquivalents par litre, est donnée par l'expression.

$$1000 \times \frac{c \times V_1}{V_2}$$

- C_1 : Concentration en milliéquivalents par litre de la solution d'EDTA.
- V_1 : Volume en mL de la solution d'EDTA.
- V_2 : Volume d'échantillon.

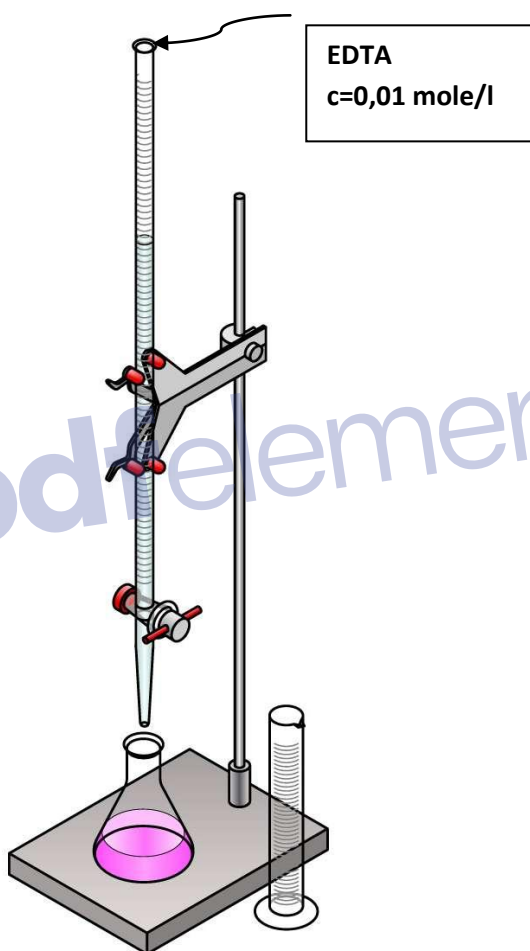
IV. Questions :

- 1) Calculer le degré hydrotimétrique de l'eau ?
- 2) Qualifier la dureté de cette eau (dire si elle est dure ou douce.)
- 3) Quel est le rôle de l'ajout de chlorure d'ammonium et d'ammoniaque dans le milieu réactionnel ?
- 4) Quelle réaction se produit lors de l'ajout du NET ?

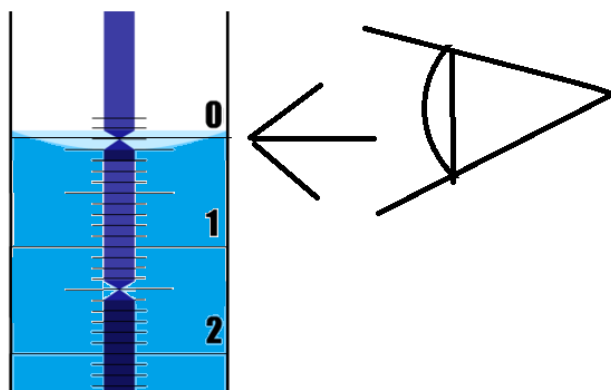
- 5) Quelles réactions se produisent lors de l'ajout de la solution d'EDTA ? On les écrira dans l'ordre où elles se produisent.
- 6) Expliquer pourquoi le changement de couleur de la solution coïncidera avec le dosage de la totalité des ions Ca^{2+} et Mg^{2+}

Explication de TP :

Etape 1 : remplissage de la burette par l'acide EDTA $c=0,01 \text{ mole/l}$



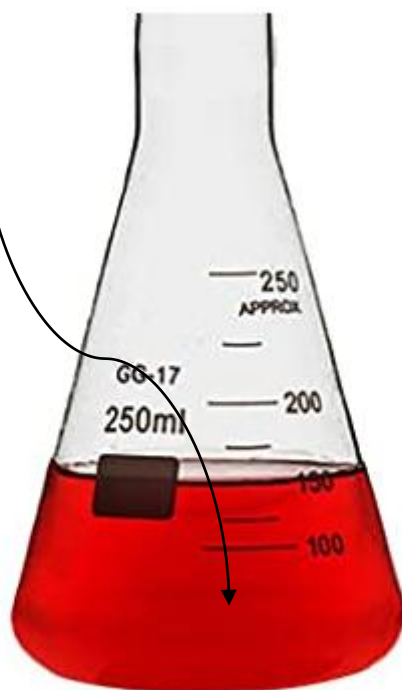
Etape 2 : Ajuster le niveau de l'acide au 0 de la burette



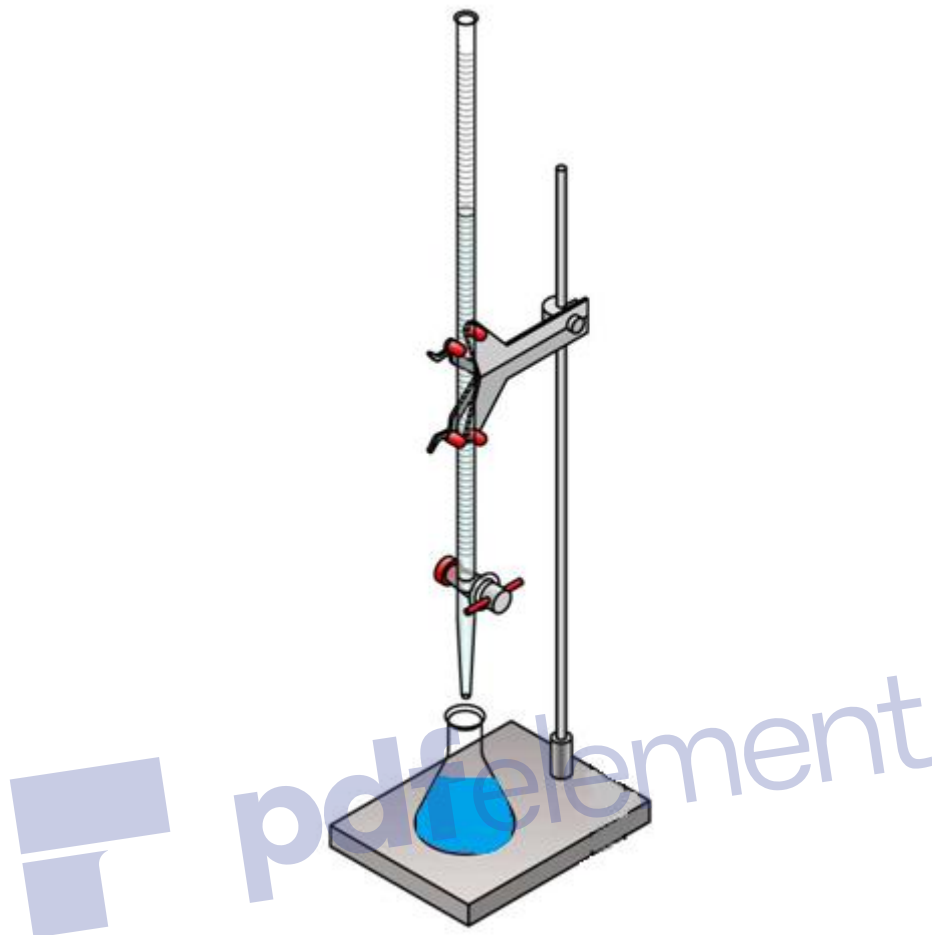
Etape 3 : Introduire 50 mL d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 mL et ajouter 4 mL de solution tampon et trois gouttes de solution de noir ériochrome T.



La solution se colore en
rouge foncé ou violet, le
pH doit être de 10



Etape4 : En maintenant une agitation, verser la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer au bleu.



Vérifier que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA. On stoppe dès que la coloration bleue apparaît on note **Ve**

Nous supposons **Ve=16 ml** qu'avec ce résultat, vous pouvez répondre aux questions du TP.