

1. Étude du fluide caloporteur d'un chauffe-eau solaire

1.1. Le transfert thermique entre le capteur solaire (1) et le milieu extérieur se fait principalement sous forme de **rayonnement**.

La chaudière d'appoint permet d'apporter de l'énergie à l'eau du ballon lorsque le rayonnement du soleil est masqué par des nuages.

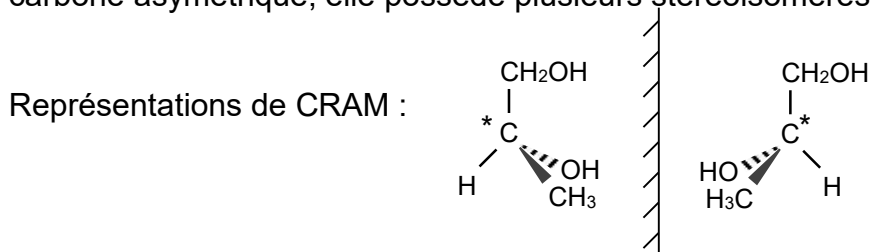
1.2. Le mono propylène glycol est un antigel, ainsi l'hiver même si la température est faible celui-ci demeure à l'état liquide dans les tuyaux et peut assurer son rôle de caloporteur.

1.3. En nomenclature officielle, il se nomme propane-1,2-diol.

La chaîne carbonée comporte 3 atomes de carbone → propane

Deux groupes caractéristiques hydroxyle OH sont présents sur les atomes de carbone n°1 et n°2 → 1,2-diol.

1.4. Comme la chaîne carbonée de la molécule de mono propylène glycol contient un atome de carbone asymétrique, elle possède plusieurs stéréoisomères.

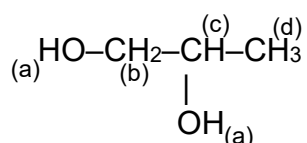


Ces deux stéréoisomères sont images l'un de l'autre dans un miroir plan, et sont non superposables : ce sont des énantiomères. On parle de stéréoisomérisie de configuration.

Ces stéréoisomères sont chiraux car ils possèdent un seul atome de carbone asymétrique.

Un mélange racémique est un mélange équimolaire de ces deux énantiomères.

1.5. Formule semi-développée :



Le nombre de signaux est égal au nombre de groupes de protons équivalents.

On repère 4 groupes de protons équivalents, notés (a) à (d), donc le spectre contient **4 signaux**.

Le signal des protons (a) des groupes –OH est un **singulet** car ils ne se couplent pas avec les autres protons de la molécule.

Les protons (b) sont couplés avec un seul proton voisin (c), le signal correspondant est un **doublet** conformément à règle du n+1 uplet.

Les protons (c) sont couplés avec 5 protons voisins, le signal est un **hexuplet** (ou sextuplet).

Enfin les protons (d) donnent un **doublet** puisqu'ils sont couplés avec un seul proton voisin (c).

2. Traitement de l'eau de la piscine

2.1. Les transformations chimiques mises en jeu dans la méthode de Kjeldahl doivent être **totales** pour doser l'intégralité de l'azote.

2.2. L'acide NH_4^+ peut céder un proton H^+ et ainsi se transformer en la base NH_3 . Ce qui peut se traduire par la demi-équation acido-basique : $\text{NH}_4^+ = \text{NH}_3 + \text{H}^+$.

Le couple acide/base correspondant est $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$.

2.3. Le pK_a du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ vaut 9,2.

Si $\text{pH} = 8$ alors $\text{pH} < \text{pK}_a$ donc l'acide **NH_4^+ prédomine** en solution.

Or lors du titrage qui suit, c'est l'ammoniac NH_3 qui va réagir. Il faut que l'azote soit totalement sous la forme d'ammoniac NH_3 pour être sûr de titrer tout l'azote.

2.4.1. Le graphe présenté montre qu'au début du titrage le pH est proche de 11.

Comme $\text{pH} > \text{pK}_a$, c'est la base conjuguée NH_3 qui est majoritaire dans le becher.

À la fin du titrage, le pH est proche de 2. Alors $\text{pH} < \text{pK}_a$ et c'est dorénavant l'acide NH_4^+ qui prédomine.

2.4.2. L'équation de la réaction chimique support du titrage est : **$\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$**

2.4.3. Le graphe montre que le pH à l'équivalence ($V_E = 10,3 \text{ mL}$) est compris entre 4 et 6.

Il faut choisir un indicateur coloré dont la **zone de virage comprend le pH à l'équivalence**.

Le rouge de méthyle peut convenir.

2.5. Pour respecter les normes européennes la masse totale d'azote doit être inférieure à 20 mg.L^{-1} d'eaux résiduaires.

Le titrage nous permet d'accéder à la quantité de matière d'azote total présente dans l'ammoniac NH_3 .

À l'équivalence du titrage, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques, soit $n_{\text{NH}_3} = n_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ versée}}$

$n_{\text{NH}_3} = C_{\text{ac}} \cdot V_E = 2,0 \times 10^{-3} \times 10,3 \times 10^{-3} = 2,06 \times 10^{-5} \text{ mol}$ de NH_3 dans l'échantillon de volume $V_{\text{ech}} = 20,0 \text{ mL}$.

Donc l'échantillon contient $n_N = 2,06 \times 10^{-5} \text{ mol}$ d'azote N. ($2,1 \times 10^{-5}$ avec 2 chiffres significatifs)

Cela correspond à une masse de $m_N = n_N \cdot M_N$

$m_N = 2,06 \times 10^{-5} \times 14 = 2,884 \times 10^{-4} \text{ g}$ dans $V_{\text{ech}} = 20,0 \text{ mL}$.

Dans un litre d'eau, soit un volume 50 fois plus élevé, il y a une masse d'azote de $50 \cdot m_N$.

La masse est donc de $50 \times 2,884 \times 10^{-4} = 1,4 \times 10^{-2} \text{ g} = \mathbf{14 \text{ mg par litre}}$.

Cette concentration massique est **inférieure à la norme**, l'eau est donc conforme aux normes européennes.

Le système de phyto-épuration est efficace.