

EXERCICE III – TENSIOACTIFS ET DURETÉ DE L'EAU (5 points)

1. Questions préalables

1.1. Le document 4 nous apprend que la dureté d'une eau est liée à la présence d'ions calcium et magnésium. Une eau dure contient davantage d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} qu'une eau douce.

Le document 1 nous indique d'une solution de tensioactifs est d'autant plus efficace qu'elle contient davantage de micelles.

Le savon de Marseille en présence d'une eau dure précipite : les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} s'associent aux ions tensioactifs et forment un solide. Ces ions tensioactifs ne sont plus disponibles pour former des micelles.

Dès lors la solution savonneuse voit sa concentration en micelles diminuer et le savon est alors moins efficace.

1.2. Allure de la courbe :

La courbe représente la conductivité σ de la solution en fonction de la concentration molaire C en SDS.

Cette courbe présente deux segments de droite avec une rupture de pente pour $C = C_1$.

Expliquons cette allure : *(lecture du graphe de droite à gauche)*

Pour $C = C_0$: la concentration en SDS est élevée, les tensioactifs sont nombreux par unité de volume et bien qu'associés en micelles très volumineuses qui assurent mal le passage du courant en solution, la conductivité est élevée.

Pour $C_1 < C < C_0$:

Lors de l'ajout d'eau, la concentration en tensioactifs diminue et en conséquence la conductivité σ diminue également. Les tensioactifs sont encore associés en micelles.

Pour $C < C_1$: L'ajout d'eau se poursuit, la concentration en SDS devient inférieure à la concentration micellaire critique. Les micelles sont détruites, les tensioactifs sont mobiles et assurent mieux le passage du courant, mais leur concentration étant faible la conductivité σ diminue encore.

Le changement de pente peut être attribué au changement de composition de la solution. La formation ou la disparition des micelles modifie la conductivité de la solution.

La grandeur caractéristique du détergent SDS correspondant à la rupture de pente est donc la concentration micellaire critique CMC, elle est égale à C_1 .

2. Analyse et synthèse de documents

- **Comparaison quantitative :**

- À l'aide du document 3, déterminons la concentration micellaire critique CMC (= C_1) du SDS. Il s'agit d'une dilution.

Solution mère de détergent

$$V_0 = 20,0 \text{ mL}$$

$$C_0 = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Solution fille

$$V = V_0 + V_1 = 20,0 + 24,0 = 44,0 \text{ mL}$$

$$C_1 = ?$$

Au cours de la dilution, la quantité de matière de SDS se conserve, donc $C_0 \cdot V_0 = C_1 \cdot V$

$$C_1 = \frac{C_0 \cdot V_0}{V}$$

$$C_1 = \frac{2,0 \times 10^{-2} \times 20,0}{44,0} = 9,1 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

La concentration micellaire critique du SDS est largement supérieure à celle du savon de Marseille qui est égale à $10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$.

Cela signifie qu'avec du savon de Marseille l'apparition de micelles se fait avec une concentration en tensioactifs plus faible.

Le savon de Marseille est plus efficace que le SDS à faible concentration en tensioactifs.

- Déterminons la dureté de l'eau de lavage, pour cela calculons son degré hydrotimétrique :

La concentration massique t et la concentration molaire C sont liées par la relation : $C = \frac{t}{M}$

$$t_{\text{Ca}^{2+}} = 16,1 \text{ mg.L}^{-1} \quad \text{donc } [\text{Ca}^{2+}] = \frac{16,1 \times 10^{-3}}{40,1} = 4,01 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$t_{\text{Mg}^{2+}} = 4,90 \text{ mg.L}^{-1} \quad \text{donc } [\text{Mg}^{2+}] = \frac{4,90 \times 10^{-3}}{24,3} = 2,02 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Ainsi } [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = 6,03 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

Comme 1°f correspond à $1 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$, on en déduit que l'eau de lavage a un titre

$$\text{hydrotimétrique TH} = \frac{6,03 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-4}} = \mathbf{6 \text{ °f.}}$$

L'eau de lavage est **douce**.

Ainsi l'efficacité du savon de Marseille ne sera pas affectée par les ions calcium et magnésium.

- **Comparaison qualitative :**

La biodégradabilité du savon de Marseille est meilleure que celle du SDS.

D'autre part le savon de Marseille possède des propriétés hypoallergéniques recherchées.

- **Conclusion :**

Le savon de Marseille s'utilise en plus faible quantité que le SDS, il est biodégradable à 100%, et hypoallergénique.

Le savon de Marseille est le plus adapté pour le lavage du linge du nouveau-né.