Spécialité : Traitement de l'eau d'un puits

Bac S 2019 Asie (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Justifier le fait que l'eau du puits analysée doit subir un traitement et qu'il peut se faire par le *déferriseur 5750* dans les conditions normales d'utilisation.

Données utiles analyse de l'eau : $\text{pH} = 7{,}2$; $t_{\text{Fe}} = 3{,}8\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; $t_{\text{Mn}} = 1{,}0\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; seuils : $300\ \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (fer), $150\ \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (manganèse) ; déferriseur : $6{,}8 < \text{pH} < 9$ et $t_{\text{Fe}} + 2 \times t_{\text{Mn}} < 6\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

L'eau doit être traitée. On convertit les concentrations en masse dans l'unité des seuils :

- fer : $t_{\text{Fe}} = 3{,}8\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1} = 3\,800\ \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1} > 300\ \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;
- manganèse : $t_{\text{Mn}} = 1{,}0\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1} = 1\,000\ \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1} > 150\ \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Les deux seuils sont largement dépassés : sans traitement, l'eau tacherait le linge et abîmerait les canalisations.

Le déferriseur 5750 convient. Ses deux conditions d'utilisation sont respectées :

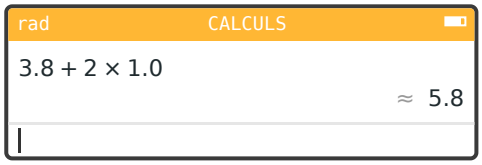
- acidité : $\text{pH} = 7{,}2$, donc $6{,}8 < \text{pH} < 9$;
- concentrations : $t_{\text{Fe}} + 2 \times t_{\text{Mn}} = 3{,}8 + 2 \times 1{,}0 = 5{,}8\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1} < 6\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

L'eau dépasse les deux seuils (fer et manganèse) et respecte les conditions du déferriseur : $\text{pH} = 7{,}2$ et $5{,}8\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1} < 6\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

PIÈGE
Comparer $3{,}8$ à 300 sans convertir : l'analyse est en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, les seuils en $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, et $1\ \text{mg} = 1\,000\ \mu\text{g}$.

MÉTHODE
La question demande deux justifications : le besoin de traitement (deux seuils) et la possibilité de l'appareil (deux conditions). Chacune se prouve par une comparaison chiffrée, pas par une phrase générale.

À LA CALCULATRICE



2 Donner une valeur approchée de la proportion en volume de dioxygène dans l'air.

L'air est composé, en volume, d'environ $80\ \%$ de diazote et $20\ \%$ de dioxygène.

Proportion en volume de dioxygène dans l'air : environ $20\ \%$, soit un cinquième.

COMPRENDRE
La valeur plus précise est $21\ \%$, avec $78\ \%$ de diazote et $1\ \%$ d'autres gaz. Pour un gaz, proportion en volume et proportion en quantité de matière sont égales.

P Problème. Quel doit être le débit minimal d'air (exprimé en $\mathrm{L \cdot h^{-1}}$) de l'aérateur du *déferriseur 5750* pour que l'eau traitée puisse alimenter un lave-linge ?

Données utiles $M_{\mathrm{Fe}} = 55{,}8\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$; $M_{\mathrm{Mn}} = 54{,}9\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$; $V_M = 24\ \mathrm{L \cdot mol^{-1}}$; débit de la pompe à eau : $1{,}0\ \mathrm{m^3 \cdot h^{-1}}$; $t_{\mathrm{Fe}} = 3{,}8\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}}$; $t_{\mathrm{Mn}} = 1{,}0\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}}$; seuils $0{,}300$ et $0{,}150\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}}$; $20\ \%$ de dioxygène dans l'air (question 2)

Démarche. On raisonne sur une heure de fonctionnement. On cherche les masses d'ions à éliminer pour redescendre aux seuils, puis la quantité de dioxygène qui les oxyde, puis le volume d'air qui apporte ce dioxygène.

1. Volume d'eau traité en une heure. $V_{\mathrm{eau}} = 1{,}0\ \mathrm{m^3} = 1{,}0 \times 10^3\ \mathrm{L}$.

2. Masses d'ions à éliminer. Il faut au minimum ramener chaque concentration à son seuil :

$$m_{\mathrm{Fe}} = (3{,}8 - 0{,}300) \times 1{,}0 \times 10^3 = 3{,}5 \times 10^3\ \mathrm{mg} = 3{,}5\ \mathrm{g}$$

$$m_{\mathrm{Mn}} = (1{,}0 - 0{,}150) \times 1{,}0 \times 10^3 = 8{,}5 \times 10^2\ \mathrm{mg} = 0{,}85\ \mathrm{g}$$

3. Quantités de matière.

$$n_{\mathrm{Fe}} = \frac{m_{\mathrm{Fe}}}{M_{\mathrm{Fe}}} = \frac{3{,}5}{55{,}8} = 6{,}3 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$$

$$n_{\mathrm{Mn}} = \frac{m_{\mathrm{Mn}}}{M_{\mathrm{Mn}}} = \frac{0{,}85}{54{,}9} = 1{,}5 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$$

4. Dioxygène nécessaire. D'après les équations, une mole de $\mathrm{O_2}$ oxyde 4 moles de $\mathrm{Fe^{2+}}$ ou 2 moles de $\mathrm{Mn^{2+}}$:

$$n(\mathrm{O_2}) = \frac{n_{\mathrm{Fe}}}{4} + \frac{n_{\mathrm{Mn}}}{2} = 1{,}57 \times 10^{-2} + 0{,}77 \times 10^{-2} = 2{,}3 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$$

5. Volume de dioxygène, puis d'air.

$$V(\mathrm{O_2}) = n(\mathrm{O_2}) \times V_M = 2{,}3 \times 10^{-2} \times 24 = 0{,}56\ \mathrm{L}$$

Le dioxygène représente $20\ \%$ du volume de l'air :

$$V_{\mathrm{air}} = \frac{V(\mathrm{O_2})}{0{,}20} = \frac{0{,}56}{0{,}20} = 2{,}8\ \mathrm{L}$$

Ce volume doit être injecté chaque heure.

Regard critique. On a supposé que tout le dioxygène injecté se dissout et réagit, et seulement avec ces deux ions. En pratique il faut régler l'aérateur nettement au-dessus de cette valeur. Ce débit reste très faible devant celui de l'eau ($1\,000\ \mathrm{L \cdot h^{-1}}$).

Débit minimal d'air : $D_{\mathrm{air}} \approx 2{,}8\ \mathrm{L \cdot h^{-1}}$, soit environ $3\ \mathrm{L \cdot h^{-1}}$.

PIÈGE
Inverser les coefficients : il faut $\frac{n_{\mathrm{Fe}}}{4}$ et $\frac{n_{\mathrm{Mn}}}{2}$ de dioxygène, pas $4\,n_{\mathrm{Fe}}$. Autre oubli fréquent : s'arrêter au volume de dioxygène sans passer au volume d'air.

COMPRENDRE
Si l'on choisit d'éliminer la totalité des ions ($3{,}8$ g et $1{,}0$ g par heure), on trouve $3{,}1\ \mathrm{L \cdot h^{-1}}$. Les deux démarches donnent environ $3\ \mathrm{L \cdot h^{-1}}$: deux chiffres significatifs au plus, car $20\ \%$ est une valeur approchée.

COMPRENDRE
L'enseignement de spécialité de l'ancien programme (thème « L'eau ») n'existe plus. Les outils utilisés ici, oxydoréduction, quantité de matière, volume molaire, restent au programme actuel.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{3.5}{55.8} \approx 0.06272401$$

$$\frac{0.85}{54.9} \approx 0.0154827$$

$$\frac{\frac{3.5}{55.8}}{4} + \frac{\frac{0.85}{54.9}}{2} \approx 0.02342235$$

$$\left(\frac{\frac{3.5}{55.8}}{4} + \frac{\frac{0.85}{54.9}}{2}\right) \times 24 \approx 0.5621364$$

$$\frac{\left(\frac{\frac{3.5}{55.8}}{4} + \frac{\frac{0.85}{54.9}}{2}\right) \times 24}{0.20} \approx 2.810682$$

$$\frac{\left(\frac{\frac{3.8}{55.8}}{4} + \frac{\frac{1.0}{54.9}}{2}\right) \times 24}{0.20} \approx 3.135907$$