Quelles sont les recommandations pour éviter la corrosion et l'entartrage dans les réseaux. ***(1,5 pts)***

Exercice 1 *(2pts)*

La chloration d'une eau de surface est réalisée à un taux de réactif de 5 mg/l. La solution d'hypochlorite de sodium (eau de javel) est injectée avec un débit de la pompe doseuse de 0,25 l/minute.

- Calculer la concentration en chlore actif (g/L) de cette solution si le bassin de chloration a un volume de 61 m^3 et un temps de séjour de 30 minutes.

Exercice 2 *(2,5 pts)*

On désire réaliser un dessalement d'une eau de mer dont une salinité naturelle moyenne de 35,6 g/kg. Et une masse volumique de 1,027 Kg/L. On considèrera qu'il s'agit uniquement de chlorure de sodium.

- Expliquer brièvement le principe de fonctionnement de l'osmose inverse
- Quelle doit être la pression minimale à exercer lors d'une osmose inverse ?

Na : 23 g/mol ; Cl : 35,5 g/mol ; 10^5 Pa = 1 bar, R = 8,314 $J.mol^{-1}.K^{-1}$; T = 300K

Exercice 3 *(2points)*

Les résultats d'essai jar test en utilisant le chlorure ferrique **$FeCl_3$** sont présentés dans le tableau suivant :

Bécher N°	1	2	3	4	5	6
Dose de $FeCl_3$ (mg/L)	0	5	7,5	10	12	15
Turbidité (NTU)	25	1,2	1	0,8	0,7	0,8

- Déterminer la dose journalière (mg/J) du coagulant à injecter si le débit à traiter est de 200 m^3/h .

Exercice 4 *(4 points)*

Un lit filtrant composé de sable dont le volume de vide est 35% du volume totale du filtre, de section horizontale de 50 m^2 et une épaisseur de 1,2 m, [MES]Eau brute est de 432 kg/j, [MES] à la sortie du décanteur= 194,4 kg/j, [MES]retenues par le filtre = 18,18 Kg/m^3 et le débit est de 9600 m^3/j.

1- Calculer le rendement de la décantation
2- Calculer la capacité de rétention de ce filtre (**KgMES**) (Volume des vides x [MES]retenues par le filtre).
3- Calculer le flux des MES arrivant sur filtre (**kg de MES/h**)
4- Déterminer la fréquence de lavage de ce filtre (**jours**)
5- Comment peut-on le savoir que le lavage du filtre est nécessaire ?

Exercice 5 ***(05 points)***

On a effectué un traitement d'adoucissement d'une eau souterraine par précipitation chimique à la chaux ($Ca(OH)_2$) et par utilisation du carbonate de sodium (Na_2CO_3). Les résultats des deux applications sont présentés dans le tableau suivant.

Paramètre	**Eau brute**	**$Ca(OH)_2$**	**Na_2CO_3**
TH (F°)	65	39,5	42
TAC (°F)	17,5	10,4	22,5
TH permanente (°F)	47,5	29,1	19,5
pH	7,6	10,5	9,3

1. Comparer et expliquer la variation de chaque paramètre suivi dans le cas des deux applications.
2. Quel est le traitement d'équilibre à proposer dans les deux cas ?
3. Est-ce que le rendement d'adoucissement sera amélioré si on réalise un traitement par la chaux associé au carbonate de sodium ? Argumenter votre réponse.

Exercice 6 ***(03 pts)***

Le suivi d'adsorption du bleu de méthylène en fonction de la concentration initiale du colorant a permis de tracer les isothermes correspondantes (Freundlich et de Langmuir). Les équations des droites d'ajustement sont respectivement :

Freundlich : $y = 0{,}8231.X + 0{,}7838$, $R^2 = 0{,}971$

Langmuir : $y = 0{,}096.X + 0{,}0845$, $R^2 = 0{,}997$

1. A partir de ces équations, déduire les paramètres relatifs à la loi de Freundlich et à la loi de Langmuir.

Loi de Langmuir : $\frac{m}{x} = \frac{1}{q_m} + \frac{1}{q_m \times b} \times \frac{1}{C_e}$

Loi de Freundlich : $\log \frac{x}{m} = \log k_F + \frac{1}{n} \log C_e$

2. Interpréter les résultats obtenus.
3. Expliquer les étapes de transfert du colorant lors de son adsorption.

Bonne chance

Questions :

Recommandations pour éviter la corrosion et l'entartrage

1. Recommandations concernant le design d'un réseau de distribution

•Choisir des matériaux qui ne corrodent pas; •Choisir la vitesse d'écoulement appropriée;

•Choisir le diamètre de conduite approprié; •Choisir l'épaisseur de métal appropriée;

•Éviter les coudes et les changements de direction brusques; •S'assurer que les infrastructures seront faciles d'accès en vue des inspections, de l'entretien périodique et du remplacement des pièces endommagées;

2. **Modification des caractéristiques chimiques de l'eau**

En général, les caractéristiques chimiques de l'eau modifiées pour diminuer les problèmes de corrosion sont le pH et l'alcalinité. un ajustement du pH et/ou de l'alcalinité , la reminéralisation d'une eau (pour des eaux trop douces).

Solution Exercice 1

- A savoire que :

q =(Q xCl)/C **Q : débit de l'eau chlorée , Cl Taux de chlore, C : concentration de l'eau de javel**

On a **C x q = Q xCl**

Q = 3000 m^3/J ; Cl = 4 mg Cl_2/ l ; C = 41 g/l ; t = 1 h

q = (Q x Cl) /C = (3000 x 12)x 0.001x1000 / (24x41) = 36.59 l/h

Le débit de la pompe doseuse en l/h : q = 36.59 l/h

Solution Exercice 2

1- La pression osmotique (en Pa) est donnée par la loi de Van't Hoff : π **= i x C x R x T**

***i* :** est le type d'ions concernés : ici, i =2 (Na^+ et Cl^-).
***c* :** est la concentration molaire de l'espèce dissoute, en mol/m^3.
R = 8,314 J.$mol^{-1}K^{-1}$ est la constante des gaz parfaits.
***T* :** est la température en Kelvin.

l'eau de mer de salinité 35 g/kg, la masse volumique de l'eau de mer est de 1,025 Kg/l

Calcul de la concentration molaire (C) en NaCl :

Concentration de NaCl : C = $\frac{(35\ x\ 1{,}025)}{(23+35{,}5)}$ x 1000

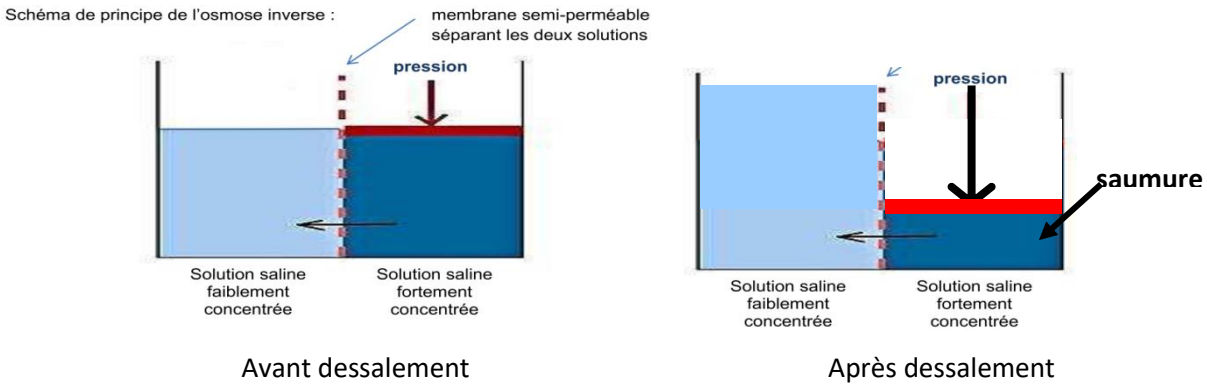
= 613,2 mol NaCl / m^3 d'eau de mer

- On a T = 300 °K

- Calcul de la pression osmotique π = **i x C x R x T**
  = 2 x 613,2 x 8,3145 x 300
  = 30,59 x 10^5 **Pa**

On a 10^5 Pa = 1 bar Alors π = **30,59 bar**

Regardons le schéma fourni sur le principe de l'osmose inverse :



Avant dessalement Après dessalement

On applique une pression sur l'eau fortement concentrée en ions. Lors de cette étape, l'eau va s'échapper du compartiment de droite pour aller, au travers de la membrane semi-perméable, vers le compartiment de gauche, et les ions eux restent dans ce second compartiment.
Le volume d'eau de mer présent dans le second compartiment va donc diminuer, mais la proportion en ions va rester la même car ils ne traversent pas la membrane semi-perméable. On va donc se retrouver, à la fin de cette étape d'osmose inverse, avec une solution dont la concentration en ions qui sera très élevée. Cette solution s'appelle saumure.

Solution Exercice 4

1-Rendement de décantation

R = $\frac{432-194{,}4}{432} * 100$ = 55 %

2- La capacité de rétention du filtre = Volume des vides x $[MES]_{retenue}$

- $\mathbf{V_t}$ = 50 x1,2 = 60 m^3

Volume vides = V_t x e,

Volume vides = V_tx e = 60 x 0,35 = 21 m^3

$[MES]_{Entrant\ au\ filtre}$= 194,4 kg/j.

$[MES]_{retenues\ par\ le\ filtre} = 18{,}18\ Kg/m^3$

Capacité totale de rétention du filtre = Volume des vides x $[MES]_{retenues}$ = 21 x18,18= 381,78 kgMES.

3- Flux MES arrivant sur filtre= QEB $\left(\frac{m3}{h}\right) x [MES]entrant\ au\ filtre\left(\frac{Kg}{m3}\right) = \frac{9600}{24}$ x $\frac{194,4}{9600}$ = 8,1 kg de MES/h.

4- Fréquence de lavage

Fréquence de lavage du filtre = $\frac{\text{capacité totale de rétention}}{\text{flux MES}}$

Fréquence de lavage du filtre = $\frac{381,78}{8,1}$ = 47,13 h ~ 2 jours

5- Le lavage du filtre est nécessaire quand il est colmaté : Turbidité de l'eau à la sortie du filtre est élevée (dépasse la norme) et perte de charge dans le filtre est élevée (dépasse la hauteur d'eau au-dessus du lit filtrant).

Solution de l'exercice 5

1. **Comparaison et explication**

- **TH :** Diminution du TH avec une légère efficacité de la chaux par rapport au carbonate de sodium.

Explication : Il semble que La dureté de cette eau et en grande partie une dureté carbonatée.

Procédés par addition de la chaux seule : Son but est d'éliminer la dureté bicarbonatée (ou temporaire) liée au calcium et au magnésium, c'est-à-dire la présence dans l'eau d'hydrogénocarbonates et carbonates de Ca et de Mg

$$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \Longrightarrow 2\ CaCO_3 + 2\ H_2O$$

Procédé par addition du carbonate de sodium : Le but est d'éliminer la dureté non carbonatée ou permanente

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \Longrightarrow Na_2SO_4 + CaCO_3$$
$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \Longrightarrow 2\ NaCl + CaCO_3$$

- **pH:**

L'apport de la chaux permet d'atteindre des pH plus basique qu'en utilisant le Na_2CO_3.

Explication : La dissolution de La chaux libère les ions OH^- et la dissolution du carbonate de sodium libère les ions CO_3^{2-}, qui sont des anions qui font augmenter l'alcalinité de l'eau est cette alcalinité est plus élevée en présence des ions OH^-.

2. Le traitement d'équilibre à proposer dans les deux cas est le réajustement du pH par ajout d'un acide ou recarbonatation par ajout du CO_2

3. Le rendement d'adoucissement sera amélioré si on réalise un traitement par la chaux associé au carbonate de sodium.

Explication l'utilisation de la chaux permettra d'éliminer une partie de la dureté temporaire et l'utilisation du carbonate de sodium permettra d'éliminer une partie de la dureté permanente ainsi la dureté totale finale sera plus faible.

Solution Exercice 6:

1)

- Loi de Langmuir : $\frac{m}{x} = \frac{1}{q_m} + \frac{1}{q_m \times b} \times \frac{1}{Ce}$
- Loi de Freundlich : $\log \frac{x}{m} = \log k_F + \frac{1}{n} \log Ce$

- **Ce** est la concentration de la matière organique à l'équilibre (mg/l)
- **x**= (C_0 – Ce) est la quantité de la matière organique fixée (mg/l)
- **m** est la masse d'adsorbant (g)
- **q_m** est la capacité ultime d'adsorption de Langmuir (mg/g)
- **K_F** (mg/g)/(mg/L)$^{1/n}$**, n, b (L/mg)** sont des constantes d'adsorption de Freundlich

Langmuir: y = 0,096.X + 0,0845 on compare pour calculer qm et b avec $\frac{m}{x} = \frac{1}{q_m} + \frac{1}{q_m \times b} \times \frac{1}{Ce}$

- $\frac{1}{qm}$ = 0.0845 Alors, **qm = 11,83 mg/g**
- $\frac{1}{qm.b}$ = 0.096 et ayant calculé qm = 11,83 mg/g Alors **b = 0.88 (L/mg)** (sans unité)

Freundich : y = 0,8231.X + 0,7838 on compare pour calculer n et k avec $\log \frac{x}{m} = \log k_F + \frac{1}{n} \log Ce$

- Log k_F = 0,7838 Alors, **K_F = 6,079 (mg/g)/(mg/L)$^{1/n}$**
- 1/n = 0,8231 Alors, **n = 1,21 (sans unité)**

2). **Interprétation** : Les valeurs des coefficients de détermination R^2 sont satisfaisant (> 0.95), très proches de 1, illustrent une bonne linéarité des lois de Langmuir et de Freundlich, ce qui a permis de vérifier que ces deux modèles sont applicables

-Ces résultats confirment que **l'adsorption** de cette matière organique sur le charbon actif **est favorable.**

- - Il est généralement admis que l'adsorption est d'autant plus favorable lorsque ($0 \leq n \leq 10$).

3) . Les étapes d'adsorption sont :

a- Transfert de masse externe (diffusion externe) qui correspond au transfert du soluté du sein de la solution à la surface externe des particules.

b- Transfert de masse interne dans les pores (diffusion interne) qui a lieu dans le fluide remplissant les pores. En effet, les molécules se propagent de la surface des grains vers leur centre à travers les pores.

c- Diffusion de surface : pour certains adsorbants, il peut exister également une contribution de la diffusion des molécules adsorbées le long des surfaces des pores à l'échelle d'un grain d'adsorbant.