

Niveau : M1

Spécialité : traitement et épuration

Module : traitement des eaux chaudes

Date : 23/01/2022

Durée : 60 min

المستوى:

الاختصاص:

المقياس:

التاريخ:

المدة:

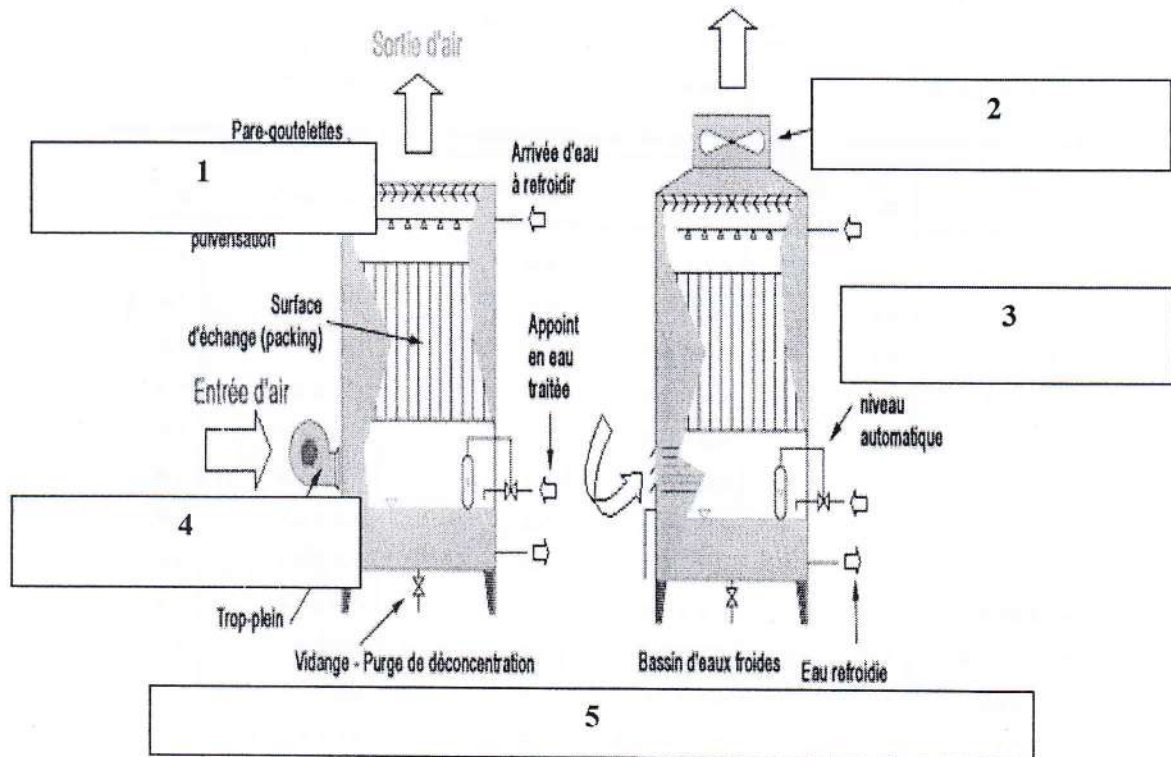
5

Examen S1 traitement des eaux chaudes

Définir : (07,5 points)

- La dureté, la chaleur et la chaudière ?
- Citer les types d'équipement de refroidissement ?
- Citer les classifications des échangeurs ?
- Citez les problèmes des chaudières ?

Exercice 01 : Compléter la figure suivante ? (02,5 points)



Exercice 02 : (05 points)

Calculer la surface d'échange pour des échangeurs à courants parallèles de même sens avec les données suivantes : $K = 300 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$T_{ce} = 120^\circ\text{C}$

$T_{cs} = 40^\circ\text{C}$

débit = $5 \text{ m}^3 / \text{h}$

$C_{pc} = 2100 \text{ J/kg K}$

$T_{fe} = 16^\circ\text{C}$

$T_{fs} = ?$

débit = $12 \text{ m}^3 / \text{h}$

$C_{pf} = 4180 \text{ J/kg K}$

Exercice 03 : En utilisant les analyses des cinq forages d'eau suivants :

(05 points)

Nom du forage	01	02	03	04	05
Ca ²⁺ , mg/l	155	150	63	60	118
Mg ²⁺ , mg/l	198	180	14	15	138
(CO ₃) ²⁻ , mg/l	0	0	0	0	0
(HCO ₃) ⁻ , mg/l	160	125	162	98	116
pH	8,05	7,65	6,58	6,6	8.61
T° (°C)	23	27.5	29	28.2	65
A	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

- Déterminer la stabilité de ces eaux si vous avez le tableau suivant :

Valeur IR	IR>8,7	8,7>IR>6,9	6,9>IR> 5,8	5,8>IR>3,7	3,7>IR
Classe d'eau	Très agressive	Moyennemnt agressive	Eau stable	Entartrantes	Très Entartrantes

VALEUR DE B facteur de température		VALEUR DE C facteur de dureté du calcium		VALEUR DE D facteur de l'alcalinité totale	
°C	B	TH en °f	C	TAC en °f	D
0 à 1	2,0	1 à 1,1	0,6	1 à 1,1	1,0
2 à 5,5	2,5	1,2 à 1,3	0,7	1,2 à 1,3	1,1
6,6 à 9	2,4	1,4 à 1,7	0,8	1,4 à 1,7	1,2
10 à 13,5	2,3	1,6 à 2,2	0,9	1,6 à 2,2	1,3
14,5 à 16,5	2,2	2,3 à 2,7	1	2,3 à 2,7	1,4
17,5 à 21	2,1	2,8 à 3,4	1,1	2,8 à 3,5	1,5
22 à 26,5	2	3,5 à 4,3	1,2	3,5 à 4,4	1,6
27,5 à 31	1,9	4,4 à 5,6	1,3	4,5 à 5,6	1,7
32 à 36,5	1,8	5,6 à 6,9	1,4	5,6 à 6,9	1,8
37,5 à 43,5	1,7	7,0 à 8,7	1,5	7 à 8,9	1,9
44,5 à 50	1,6	8,8 à 11	1,6	8,9 à 11	2
51 à 56	1,6	11,1 à 13,8	1,7	11,1 à 13,9	2,1
56,5 à 63,5	1,4	13,9 à 17,4	1,8	14 à 17,6	2,2
64,5 à 71	1,3	17,5 à 22	1,9	17,7 à 22,2	2,3
72 à 81	1,2	23 à 27	2	23 à 27	2,4
82 à 89	1,1	28 à 34	2,1	28 à 35	2,5
90 à 96	1	35 à 43	2,2	36 à 44	2,6
96 à 100	0,9	44 à 55	2,3	45 à 55	2,7
		56 à 69	2,4	56 à 69	2,8
		70 à 87	2,5	70 à 86	2,9
		88 à 100	2,6	89 à 100	3

Corrigé type (traitement des eaux chaudes M1 traitement) S1/2021

Questions de cours : (07,5 p)

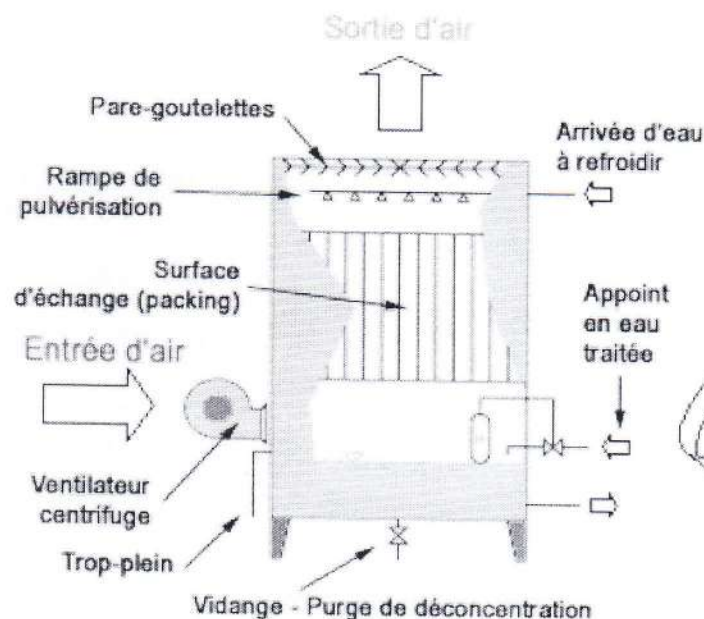
5

- **La dureté** : c'est le pouvoir entartrant de l'eau. 1°F de TH correspond à une concentration de 10 mg/l de CaCO₃ dans l'eau, c'est la somme des concentrations calcique et magnésienne (1 p)
- **La chaleur** : La chaleur est un transfert d'énergie thermique d'un objet à un autre lorsqu'il y a une différence de température entre les deux objets (1 p)
- **Une chaudière** est une unité pour générer de la vapeur, qui est composée de deux parties: le four, qui fournit la chaleur, et la chaudière, une unité dans laquelle la chaleur transforme l'eau en vapeur (1 p)
- **Les types d'équipements de refroidissement** :
 1. Tour de refroidissement Circuit ouvert
 2. Tour de refroidissement Circuit fermé
 3. Condenseurs évaporatifs (1,5 p)
- **La classification des échangeurs** est : selon le type d'écoulement, selon les types de fluides utilisés et selon la surface d'échange (1,5 p)

Les problèmes des chaudières sont : (1,5 p)

- 1/ Entartrage des chaudières 2/ Moussage et primage dans les chaudières 3/ La corrosion

Exercice 01 : (02,5 points)



Schémas de principe de tours aéro-réfrigérante à circuit ouvert à contre-courant

Exercice 02: (05 points)

$$T_{ce} = 120^{\circ}\text{C}, T_{cs} = 40^{\circ}\text{C}, Q_c = 5\text{m}^3/\text{h}, m_c = 1.39\text{kg/s}, C_{pc} = 2100\text{ j/Kg.K} \quad (0,5\text{ p})$$

$$T_{fe} = 16^{\circ}\text{C}, T_{fs} = ?, Q_f = 12\text{ m}^3/\text{h}, m_f = 3.33\text{ kg/s}, C_{pf} = 4180\text{ j/Kg.K} \quad (0,5\text{ p}) \quad \text{et } K = 300\text{ w/m}^2.\text{K}$$

$$P = K.S.\Delta T_m = m_c \cdot C_{pc} \cdot (T_{ce} - T_{cs}) = m_f \cdot C_{pf} (T_{fs} - T_{fe})$$

$$T_{fs} = (m_c \cdot C_{pc} \cdot (T_{ce} - T_{cs}) + m_f \cdot C_{pf} \cdot T_{fe}) / (m_f \cdot C_{pf}) = (1.39 \times 2100 (120 - 40) + (3.33 \times 4180 \times 16)) / (3.33 \times 4180)$$

$$\text{Donc, } T_{fs} = 456230.4 / 13919.4 = 32.77^{\circ}\text{C} \quad (1\text{ p})$$

$$P = m_c \cdot C_{pc} \cdot (T_{ce} - T_{cs}) = 1.39 \times 2100 (120 - 40) \quad P = 233520\text{ W}$$

$$\Delta T_m = ((T_{cs} - T_{fs}) - (T_{ce} - T_{fe})) / \ln((T_{cs} - T_{fs}) / (T_{ce} - T_{fe}))$$

$$= ((40 - 32.77) - (120 - 16)) / \ln((40 - 32.77) / (120 - 16)), \text{ donc : } \Delta T_m = -96.77 / \ln(0.07) = 36.38\text{ K} \quad (1.5\text{ p})$$

$$S = P / (K \times \Delta T_m) = 233520 / (300 \times 36.38) \quad S = 21.4\text{ m}^2 \quad (1,5\text{ p})$$

Exercice 03: (05 points)

1- Détermination de la stabilité : (05 points)

Nom du forage	01	02	03	04	05
Ca ⁺² , mg/l	155	150	63	60	118
Mg ⁺² , mg/l	198	180	14	15	138
(CO ₃ ⁻²), mg/l	0	0	0	0	0
(HCO ₃ ⁻), mg/l	160	125	162	98	116
pH	8,05	7,65	6,58	6,6	8.61
T° (°C)	23	27.5	29	28.2	65
A	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Dureté (TAC), F°	13.11	10.24	13.28	8.03	9.5
Dureté (Ca ⁺²), F°	38.75	37.5	15.75	15	29.5
B	2	1.9	1.9	1.9	1.3
C	2.2	2.2	1.8	1.8	2.1
D	2.1	2	2.1	1.9	2
pHs	7.2	7.2	7.5	7.7	6.7
IR	6.35	6.75	8.42	8.8	4.79
Stabilité	stable	stable	Moy aggressive	Trés aggressive	Entartrante