

**Questions de cours (12 pts)**

**a- Répondre aux questions suivantes.**

- Citer les principaux types de barrages en béton ? (1,5 pts)
- Classifier les barrages en remblai selon leurs modes de résistance à la poussée de l'eau? (1,5 pts)
- Quel est le rôle de la vidange de fond d'un barrage? (1 pts)
- Citer les principaux types d'évacuateur de crues à surface libre? (1 pts)
- Quel est le rôle de l'évacuateur de crues d'un barrage? (1 pts)
- Les barrages ont plusieurs rôles, citer 4 ? (2 pts)

**B- Répondre par vrais ou faux.**

- Les barrages en béton nécessitent des fondations rocheuses de très bonne qualité. (1 pts)
- Le batardeau sert à régulariser le débit de la rivière lors de la construction d'un barrage. (1 pts)
- Le corps d'un barrage en remblai à masque amont est constitué de matériaux étanches. (1 pts)
- On favorise la construction d'un barrage en béton lorsque la vallée est trop large. (1 pts)

**Exercice (8 pts)**

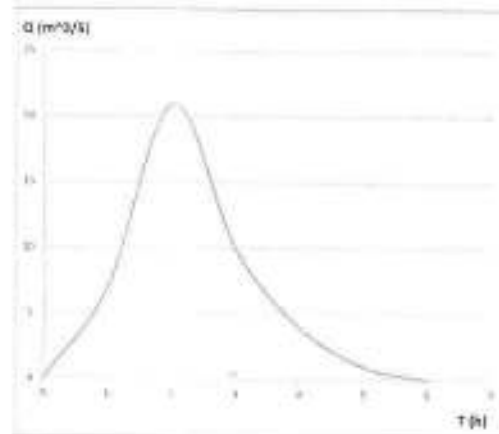
Dans le tableau ci-dessous figure les données de l'hydrogramme de crue choisie pour dimensionner le l'évacuateur de crue d'un barrage. Le déversoir choisi est de type Creager d'une largeur  $b=10m$ , son débit capable est calculé selon la formule :

$$Q = 0.43 * b(2g)^{1/2} * H^{3/2}$$

La courbe capacité-hauteur de l'éventuelle retenue est donnée en annexe.

Le niveau normal de la retenue (seuil du déversoir) est à 353 m.

T (h)	Q (m3/s)
0	0
1	7
2	21
3	10
4	4
5	1
6	0



\* Déterminer, à l'aide des données précédentes, le niveau des plus hautes eaux?

## Questions de cours (10 pts)

## a- Répondre aux questions suivantes.

- Citer les principaux types de barrages en béton ?

Poids (0.5 pts), contrefort (0.5 pts), voute (0.5 pts).

- Classifier les barrages en remblai selon leurs modes de résistance à la poussée de l'eau? (1.5 pts)

- à masque amont (0.5 pts), à noyau étanche (0.5 pts), homogène (0.5 pts).

- Quel est le rôle de la vidange de fond d'un barrage?

- La vidange de fond d'un barrage sert à diminuer le dépôt des matières en suspension et prolonger la durée de vie de l'ouvrage. (1 pts)

- Citer les principaux types d'évacuateur de crues à surface libre? (1 pts)

Frontal (0.5 pts), latéral (0.5 pts).

- Quel est le rôle de l'évacuateur de crues d'un barrage?

- l'évacuateur qui est un ouvrage de régularisation de débit protège l'ouvrage contre la submersion et protège également la zone aval contre les inondations (1 pts)

- Les barrages ont plusieurs rôles, citer 4 ?

Irrigation (0.5 pts) / industrie (0.5 pts) / hydroélectricité (0.5 pts) / navigation fluviale (0.5 pts)

## b- Répondre par vrai ou faux.

- Les barrages en béton nécessitent des fondations rocheuses de très bonne qualité. **vrai (1 pts)**

- Le batardeau sert à régulariser le débit de la rivière lors de la construction d'un barrage. **vrai (1 pts)**

- Le corps d'un barrage en remblai à masque amont est constitué de matériaux étanches. **faux (1 pts)**

- On favorise la construction d'un barrage en béton lorsque la vallée est trop large. **faux (1 pts)**

## Exercice

La capacité normale de la retenue est de **220000 m<sup>3</sup>** selon la courbe capacité hauteur. (2pts)

Le niveau des plus hautes eaux = niveau normal de retenue + hauteur maximale de la lame déversée

NPHE = NNR + H<sub>dev</sub> = 353 + 1.4 = **354.4 m (2pts)**

Tableau : laminage de la crue de projet (6pts)

Dt (h)	Q <sub>entrant</sub> (m <sup>3</sup> /s)	V <sub>entrant</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>retenue</sub> (m <sup>3</sup> )	Niveau (m)	H <sub>dev</sub> (m)	Q <sub>sortant</sub> (m <sup>3</sup> /s)	V <sub>sortant</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>retenue</sub> (m <sup>3</sup> )
0-1	3.5	12600	232600	353.04	0.4	4.82	17346.44	220000
1-2	14	50400	270400	354.25	1.25	26.62	95826.47	220000
2-3	15.5	55800	<b>275800</b>	<b>354.4</b>	<b>1.4</b>	31.55	113582.78	220000
3-4	7	25200	245200	353.7	0.7	11.15	40157.58	220000
4-5	2.5	9000	229000	353.2	0.2	1.70	6132.89	220000
5-6	0.5	1800	221800	353.1	0.1	0.60	2168.31	220000

Nom et prénom :

EMD de Hydrochimie

Exercice 01

1- Calculer la masse et le pH de  $H_2CO_3$  nécessaire pour obtenir 1.5 litre de solution 0.3 M ? ( $pK_a = 10,3$ )

2- On veut doser l'acidité d'une eau industrielle, pour un échantillon de 35 ml, il nous faut :

• 1.96 ml de  $Ca(OH)_2$  (0.2M) pour élever le pH jusqu'à 5.5

• 5.3 ml de  $Ca(OH)_2$  (0.2 M) pour élever le pH jusqu'à 8.3

Déterminer la teneur de l'acide en M ? Déduire son alcalinité ?

3- Etablir la relation entre le pourcentage d'acide hypochloreux, d'ions chlorites et le pH ?

(Avec  $\% ClO^- = 100 - \% HClO$ )

- Calculer le pourcentage d'acide hypochloreux pour les valeurs de pH = 4 et 11. ( $K_a = 2,3 \cdot 10^{-8}$ ) ?

Exercice 02

L'analyse physico chimique d'une eau naturelle a donné les résultats (mg/l) suivants :

$Ca^{2+}$	$Na^+$	$Mg^{2+}$	$Cl^-$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	TA
267,6	323,25	85,53	532,47	180,2	806	0

1-Que peut- on dire de sa qualité à partir le diagramme de piper ?

déterminer l'indice d'adsorption du sodium (SAR) et Na % ? Déduire sa qualité ?

3- Existe-t-il une dureté permanente ? Déduire sa valeur ? A quels types d'ions les cations  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  sont liées ?

4- Après l'addition de chaux en excès et la soude ces eaux seront-elles abordables à l'échelle mondiale ?

34

EMD Hydrochimie 2019

$\% ClO^- = 100 - \% HClO$

EX 01 :

1)  $M_{medIP} = \frac{M_{gIP}}{\text{masse melange}} \Rightarrow$

$M_{gIP} = M_{\text{masse melange}} \cdot 0,3 = 18,6 \text{ gIP}$

donc  $\text{masse} = 18,6 \text{ g}$  (0,5)

$pKa = -\log(2,3 \cdot 10^{-8}) = 7,77$  (0,5)

$pH = \frac{1}{2}(pKa - \log CA) = 5,41$  (0,5)

2) (0,5)

\*  $pH = 7,5 :$

$N_a V_a = N_b V_b \Rightarrow N_a = \frac{N_b V_b}{V_a}$

$N_a = \frac{1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2}{0,1} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$  (0,5)

$pH = 8,3$

$N_a V_a = N_b V_b \Rightarrow N_a = \frac{N_b V_b}{V_a}$

$N_a = \frac{1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2}{0,1} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$  (0,5)

donc  $TAC = 0,06 \text{ M}$  (0,5)

3)  $\text{Equation} :$



avec  $K_a = \frac{[ClO^-][H_3O^+]}{[HClO]}$

$\frac{K_a}{[H_3O^+]} = \frac{[ClO^-]}{[HClO]}$  avec

donc  $\frac{K_a}{[H_3O^+]} = \frac{100 - \% HClO}{\% HClO} = \frac{100}{\% HClO} - 1$

$\frac{K_a}{[H_3O^+]} + 1 = \frac{100}{\% HClO}$  donc (0,5)

$\% HClO = \frac{100 [H_3O^+]}{K_a + [H_3O^+]} = \frac{100}{\frac{K_a}{[H_3O^+]} + 1}$

avec  $K_a = 2,3 \cdot 10^{-8}$

4) \*  $pH = 4$   
 $\% HClO = \frac{100}{\frac{2,3 \cdot 10^{-8}}{10^{-4}} + 1} = 99,97\%$

\*  $pH = 11$

$\% ClO^- = \frac{100}{\frac{2,3 \cdot 10^{-8}}{10^{-11}} + 1} = 0,43\%$

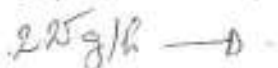
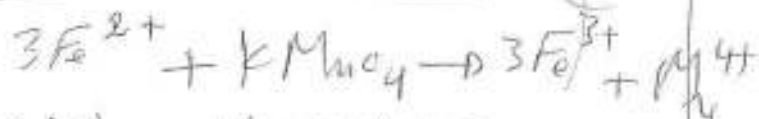
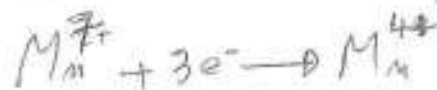
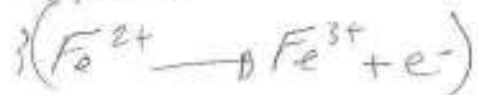
EX 02 :

	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
g/l	267,6	87,53	323,0	132,47	180,2	80,6
mg/l	13,78	7	14,06	15	2,96	16,8
mol/l	669	350	703	750	148	840
%	38,81	20,32	40,82	43,1	8,5	4,83

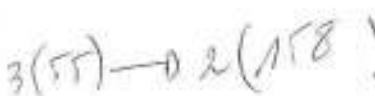
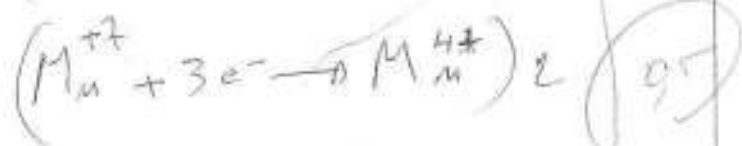
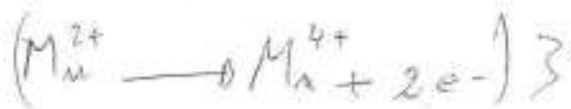
après degreage :

sulfates et calcique (0,75)

34

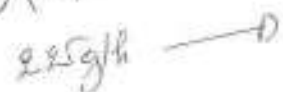
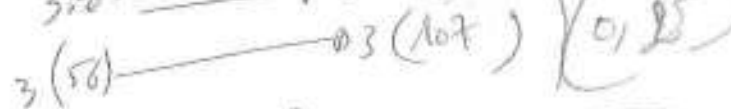


$$m_{\text{KMnO}_4} = 211,60 \text{ g/lh} \quad (0,5)$$

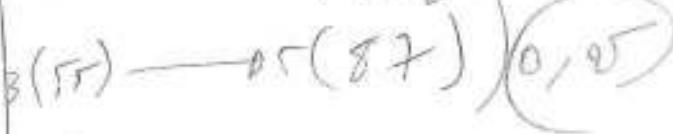


$$180 \rightarrow \quad M_{\text{KMnO}_4} = 344,72 \text{ g/lh} \quad (0,5)$$

③ masse précipité:



$$m_{\text{Fe}(\text{OH})_3} = 429,91 \text{ g/lh} \quad (0,5)$$



$$m_{\text{MnO}_2} = 474,4 \text{ g/lh} \quad (0,5)$$

EMD Corrigé

Question de cours (10pts)

1. Qu'appelle-t-on eaux usées ? (1)

*Eaux ménagères (lessive, cuisine,) et eaux industrielles, agricole rejetées après utilisation*

2-Quel est le rôle d'une station d'épuration ? (0,5)

*Usine qui sert à nettoyer les eaux usées avant de les rejeter dans la nature*

3. Quel est l'objectif principal de l'épuration biologique ? (1)

*Éliminer le plus possible les polluants biodégradables et non décantables contenus dans l'eau usée.*

4. Par quelle technique élimine-t-on les bactéries, la turbidité et la couleur ? Citer les différents types ? C'est la Filtration (1)

*Filtration rapide, Filtration sous pression, Filtration à terre diatomée, et filtration lente*

5. Quel est le rôle de la floculation et coagulation ? (1)

*Les procédés de coagulation et de floculation facilitent l'élimination de MES et des colloïdes*

6. La technique de lagunage utilise des bassins. Combien ? (2)

*Un système de lagunage est généralement constitué de trois bassins en série*

7. Pour quelles eaux peut-on appliquer la technique de lagunage ? (0,5)

*Eaux usées domestiques*

8. quelles sont les ouvrages de prétraitement des eaux et quel est le rôle de chacune d'eux ? (4)

*o 11 Dégrillage : pour éliminer les plus gros éléments (papiers et plastiques...) o 11*

*o 11 Dessablage : pour éviter les dépôts de particules (graviers, sable) o 11*

*o 11 Déshuilage : pour récupérer les graisses et les huiles, plus légères que l'eau, o 11*

*o 11 Décantation primaire pour récupérer les graisses par-dessus et les graviers et le sable par-dessous. o 11*

**Solution Exo 01 (2pts)**

$Q = 2000 / 24 = 83.33 \text{ m}^3/\text{h} = 1.38 \text{ m}^3/\text{m}$      $V = 14 / 60 = 0.233 \text{ m}^2/\text{m}$

$V = Q \cdot t \rightarrow V = 1.38 \cdot 30 = 41.4 \text{ m}^3$  *oiv*

$S_H = Q/V \rightarrow S_H = 1.38 / 0.233 = 5.91 \text{ m}^2$  *oiv*

$H = V/S_H \rightarrow H = 41.4 / 5.91 = 7 \text{ m}$  *oiv*

$S = D^2 \cdot \pi / 4 \rightarrow D^2 = 4S / \pi \rightarrow D = 2.75 \text{ m}$  *oiv*

**Solution Exo 02(2pts)**

Rappel : en régime laminaire, la vitesse de sédimentation d'une particule est donnée par la loi de Stokes,  $V_s = (d^2 \times (\rho_s - \rho_L) \times g) / (18 \mu_L)$ .

$V = 9.81 \times (10 \times 10^{-6})^2 \times (1700 - 1000) / 18 \times 10^{-3} = 0.000038 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  *(1)*

$S = Q/V \quad S = 15 \times 10^{-3} / 0.000038 = 394.7 \text{ m}^2$  *(1)*

**Solution Exo 03(6pts)**

$DCO = 8000 (V_1 - V_0) T/V \rightarrow DCO_t = 8000 \cdot 0.12 (9.5 - 8.5) / 10 = 96 \text{ mg/l}$  *(1)*

$DCO_e = 8000 \cdot 0.12 (9.5 - 4.5) / 10 = 480 \text{ mg/l}$  *(1)*

- le volume introduit est 164 ml on multiplie le lecteur par 10.

- le volume introduit est 250ml on multiplie le lecteur par 05

$DBO_{5t} = 15 \cdot 5 = 75 \text{ mg/l}$  *oiv*

$DBO_{5e} = 35 \cdot 10 = 350 \text{ mg/l}$  *oiv* *(2)*

$K = DCO / DBO_5 = 480 / 350 = 1.37$  *(2)*

$R_{DCO} = (DCO_e - DCO_t) / DCO_e = (480 - 96) / 480 = 0.8 \cdot 100 = 80\%$  *(1)*

$R_{DBO5} = (DBO_{5e} - DBO_{5t}) / DBO_{5e} = (350 - 75) / 350 = 0.8333 \cdot 100 = 78.57\%$  *(2)*



Université Kasdi- Merbah Ouargla,  
Faculté des Sciences Appliquées,  
Département d'Hydraulique et de Génie Civil.

Niveau : Master 2

Durée : 1H30.

Nom : .....

Prénom : .....

**\*\*\* E.M.D. 1 : Hydro-Economie \*\*\***

**Ex 1 :(12pts)**

1) L'hydro-Economie :

- a) Méthodes.                      b) Moyens.                      c) Vision future.

2) L'investissement :

- a) Classification              b) Efficience Economique.      c) Avantages et Inconvénients

3) La variante optimale :

- a) Définition.                      b) Formulation.                      c) Conditions exigées.

4) Secteur de l'hydraulique :

- a) Rôle.                                  b) Structure.                                  c) Stratégie.

**Ex2 :(03pts)**

On donne :  $F_{e1}= 45\text{MDA}$  ,  $F_{e2}=44\text{MDA}$ ,  $F_{e3}= 25\text{MDA}$ ,  $F_{e4}=30\text{MDA}$ ,  $F_{e5}=40\text{MDA}$ .  
 $I_1=180\text{MDA}$ ,  $I_2=220\text{MDA}$ ,  $I_3=240\text{MDA}$ ,  $I_4=230\text{MDA}$ ,  $I_5=250\text{MDA}$ .

**On demande :**

- 1) La variante optimale.
- 2) Justifier les résultats trouvés.

**Ex3 :(05pts)**

Une entreprise de réalisation possède les données suivantes :

- a) Un capital de 200.000.000 DA.
- b) Moyens et Matériaux de construction estimée à 70.000.000 DA.
- c) Durée de réalisation de l'ouvrage est de 54 mois.
- d) Nombre de travailleurs est de 250 personnes.
- e) Salaire mensuel des travailleurs est de 20.000 DA.
- f) Amortissements annuels des moyens de travail est :  
1° année = 25% . 2° année = 20%. 3° année =18%. 4° année = 15%.  
5° année =12%. 6° année = 10%. ( $B =0.6V$  ;  $I_t =0.5B$ ).

**On demande de calculer :**

- 1) La valeur réelle de l'ouvrage.
- 2) La valeur résiduelle de l'investissement.
- 3) Le taux du projet.
- 4) Graphique de l'amortissement des moyens de travail.
- 5) Argumentation des résultats trouvés.

**Bonne Chance**

Ex 03:  $A = 200 \cdot 10^6 \text{ DA}$ ;  $C_2 = 70 \cdot 10^6 \text{ DA}$ ;  $T_p = 54 \text{ mois}$ ;  $N_T = 250$ ;  $S_m = 20 \cdot 10^3 \text{ DA}$   
 $a_1 = 25\%$ ;  $a_2 = 20\%$ ;  $a_3 = 18\%$ ;  $a_4 = 15\%$ ;  $a_5 = 12\%$ ;  $a_6 = 10\%$ ;  $(B = 0,6 \text{ V}, I_E = 0,5)$

on demande de calculer:

1)  $X = ? \Rightarrow \{ X = C + V + P_L \}$   $C = 238 \cdot 10^6 \text{ DA}$

avec:  $C = C_1 + C_2 = 168 \cdot 10^6 + 70 \cdot 10^6 = 238 \cdot 10^6 \text{ DA}$   
 $C_1 = A(a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \frac{a_5}{2}) = 200 \cdot 10^6 (0,25 + 0,2 + 0,18 + 0,15 + \frac{0,12}{2}) = 168 \cdot 10^6 \text{ DA}$   
 $V = N_T \cdot S_m \cdot T_p = 250 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 54 = 270 \cdot 10^6 \text{ DA}$   
 $P_L = B + I_E = 0,6 \cdot 270 \cdot 10^6 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 270 \cdot 10^6 = 243 \cdot 10^6 \text{ DA}$   
 $\{ 751 \cdot 10^6 \text{ DA} \}$

Alors, on aura:  $\Rightarrow X = 238 \cdot 10^6 + 270 \cdot 10^6 + 243 \cdot 10^6 = 751 \cdot 10^6 \text{ DA}$

2)  $S_t = ? \Rightarrow \{ S_t = S_R = S_{\text{ag. am.}} = A - C_1 \}$

$\Rightarrow S_t = S_R = 200 \cdot 10^6 - 168 \cdot 10^6 = 32 \cdot 10^6 \text{ DA}$

3) Taux du projet:  $\Rightarrow \{ P'_{\text{prj}} = A - a_n \cdot A_n \}$

$\Rightarrow P'_{\text{prj1}} = 200 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,25) = 150 \cdot 10^6 \text{ DA}$

$\Rightarrow P'_{\text{prj2}} = P'_{\text{prj1}} - (A \times a_2) = 150 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,2) = 110 \cdot 10^6 \text{ DA}$

$\Rightarrow P'_{\text{prj3}} = P'_{\text{prj2}} - (A \times a_3) = 110 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,18) = 74 \cdot 10^6 \text{ DA}$

$\Rightarrow P'_{\text{prj4}} = P'_{\text{prj3}} - (A \times a_4) = 74 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,15) = 44 \cdot 10^6 \text{ DA}$

$\Rightarrow P'_{\text{prj5}} = P'_{\text{prj4}} - (A \times a_5) = 44 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,12) = 20 \cdot 10^6 \text{ DA}$   
 $\Rightarrow P'_{\text{prj6}} = P'_{\text{prj5}} - (A \times a_6) = 20 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,1) = 0 \text{ } \{ \text{Vérifiée} \}$

Ex 03:  $(SS)$   
 $A = 200 \cdot 10^6 \text{ DA}$ ;  $C_2 = 70 \cdot 10^6 \text{ DA}$ ;  $T_p = 54 \text{ mois}$ ;  $N_T = 250$ ;  $S_m = 20 \cdot 10^3 \text{ DA}$   
 $a_1 = 25\%$ ;  $a_2 = 20\%$ ;  $a_3 = 18\%$ ;  $a_4 = 15\%$ ;  $a_5 = 12\%$ ;  $a_6 = 10\%$ ;  $(B = 0,6 \text{ V}, I_E = 0,5)$

on demande de calculer:

1)  $X = ? \Rightarrow \boxed{X = C + V + P_L}$   $C = 238 \cdot 10^6 \text{ DA}$

avec:  $C = C_1 + C_2 = 168 \cdot 10^6 + 70 \cdot 10^6 = 238 \cdot 10^6 \text{ DA}$   
 $C_1 = A(a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \frac{a_5}{2}) = 200 \cdot 10^6 (0,25 + 0,20 + 0,18 + 0,15 + \frac{0,12}{2}) = 168 \cdot 10^6 \text{ DA}$   
 $V = N_T \cdot S_m \cdot T_p = 250 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 54 = 270 \cdot 10^6 \text{ DA}$   
 $P_L = B + I_E = 0,6 \cdot 270 \cdot 10^6 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 270 \cdot 10^6 = 243 \cdot 10^6 \text{ DA}$   
 $\boxed{751 \cdot 10^6 \text{ DA}}$

Alors, on aura:  $\Rightarrow X = 238 \cdot 10^6 + 270 \cdot 10^6 + 243 \cdot 10^6 = 751 \cdot 10^6 \text{ DA}$

2)  $S_t = ? \Rightarrow \boxed{S_t = S_R = S_{\text{ag. am.}} = A - C_1}$

$\Rightarrow S_t = S_R = 200 \cdot 10^6 - 168 \cdot 10^6 = 32 \cdot 10^6 \text{ DA}$

3) Taux du projet:  $\Rightarrow \boxed{P'_{\text{prj}} = A - a_n \cdot A_n}$

$\Rightarrow P'_{\text{prj1}} = 200 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,25) = 150 \cdot 10^6 \text{ DA}$

$\Rightarrow P'_{\text{prj2}} = P'_{\text{prj1}} - (A \times a_2) = 150 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,2) = 110 \cdot 10^6 \text{ DA}$

$\Rightarrow P'_{\text{prj3}} = P'_{\text{prj2}} - (A \times a_3) = 110 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,18) = 74 \cdot 10^6 \text{ DA}$

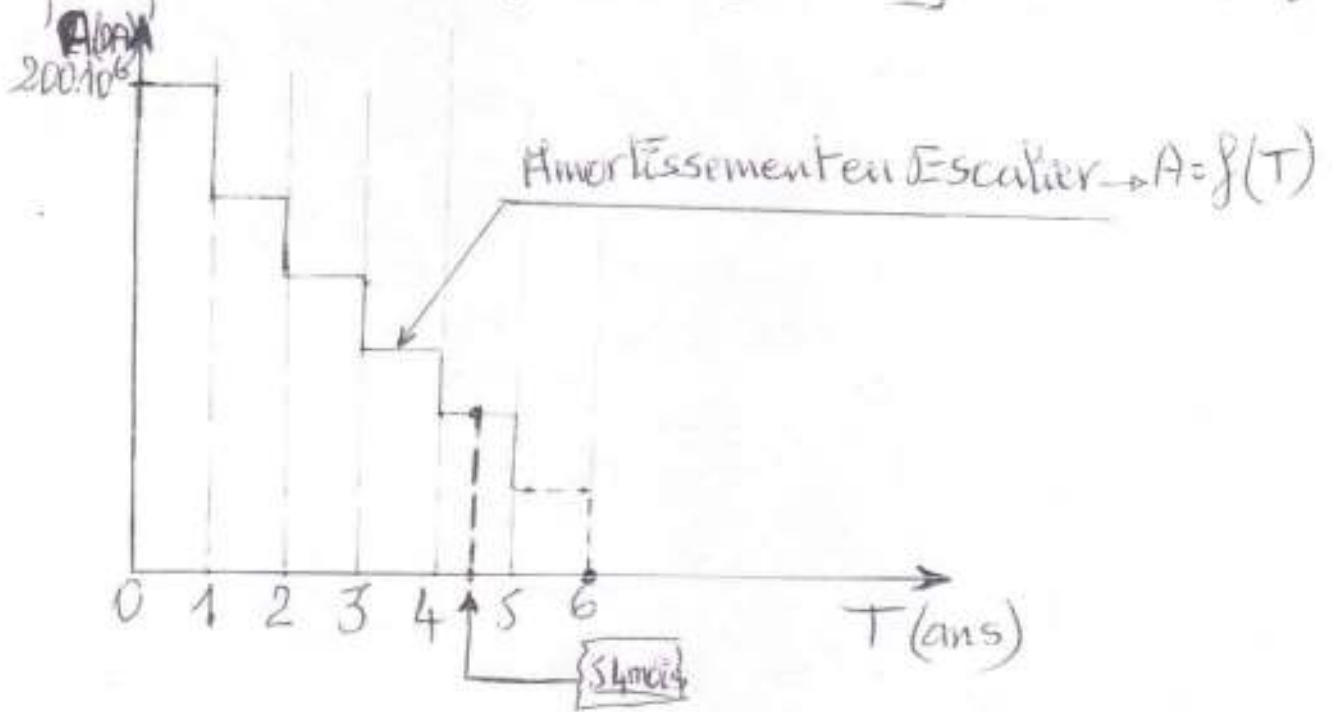
$\Rightarrow P'_{\text{prj4}} = P'_{\text{prj3}} - (A \times a_4) = 74 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,15) = 44 \cdot 10^6 \text{ DA}$

$\Rightarrow P'_{\text{prj5}} = P'_{\text{prj4}} - (A \times a_5) = 44 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,12) = 20 \cdot 10^6 \text{ DA}$

$\Rightarrow P'_{\text{prj6}} = P'_{\text{prj5}} - (A \times a_6) = 20 \cdot 10^6 - (200 \cdot 10^6 \times 0,1) = 0 \text{ } \{ \text{Vérifiée} \}$

#### 4) Graphique de l'amortissement des moyens de travail :

(26)



#### 5) Argumentation:

- Le graphique obtenu représente un Amortissement non linéaire, c.a.d., un Amortissement En Escalier.
- Il est à signaler que l'amortissement des moyens de travail, est totalement amortie sur les années en question.
- Le projet d'étude est bénéfique, c.a.d., absence de déchets d'amortissement des M.T. à long terme.

### Examen en: Traitement des eaux chaudes

#### Définir : (05 points)

- La dureté, l'agressivité, la température, la chaleur et la puissance thermique d'une tour de refroidissement

#### Exercice n°1 : (02 points)

1. Calculer la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 20°C à 80°C une masse égale à 1 tonne d'eau.
2. Si cette énergie calorifique pouvait être transformée en énergie potentielle de pesanteur, à quelle altitude (z) pourrait-on soulever cette tonne d'eau ?

#### Exercice n°2 : (07 points)

Le transfert de chaleur entre deux fluides s'effectue à travers un tube d'acier de diamètres intérieur/extérieur 18 / 21 mm.

On donne :

- Côté intérieur :  $h_1 = 3000 \text{ W / m}^2\text{K}$ ; température moyenne de mélange  $T_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$
- Côté extérieur :  $h_2 = 2000 \text{ W / m}^2\text{K}$ ; température  $T_2 = 35 \text{ }^\circ\text{C}$
- Acier :  $\lambda = 46 \text{ W / m.K}$

1. Calculer le coefficient global d'échange k.
2. Après un an de fonctionnement, on estime avoir une résistance d'encrassement  $Re = 6.10^{-4} \text{ W}^{-1} \text{ m}^2 \text{ K}$ . Déterminer le nouveau coefficient d'échange global.
3. En attribuant une efficacité de 1 au tube neuf, que devient cette efficacité au bout de 1 ans ?
4. Quel est alors le flux échangé dans un tube de longueur  $L = 2 \text{ m}$  ?

#### Exercice n°3 : (06 points)

En utilisant les analyses des six forages d'eau suivants :

Nom du forage	01	02	03	04	05	06
$\text{Ca}^{+2}$ , mg/l	155	150	78	63	60	118
$\text{Mg}^{+2}$ , mg/l	198	180	20	14	15	138
$(\text{CO}_3)^{-2}$ , mg/l	0	0	91	0	0	0
$(\text{HCO}_3)^-$ , mg/l	160	125	116	162	98	116
pH	8,05	7,65	6,56	6,58	6,6	8,61
$T^\circ$ ( $^\circ\text{C}$ )	23	27,5	34,2	29	28,2	65
A	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

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

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

Bonne Chance

L'Enseignant (e) responsable : M<sup>nsc</sup>: A.BELMABEDI

## Corrigé type (traitement des eaux chaudes M1 traitement)

- **La dureté** : elle traduit le pouvoir entartrant de l'eau. 1°F de TH correspond à une concentration de 10 mg/l de CaCO<sub>3</sub> dans l'eau, c'est la somme des concentrations calcique et magnésienne (1 p)
- **L'agressivité** : est la réaction de dissolution de carbonates de calcium sous l'action du CO<sub>2</sub> (1 p)
- **La température** : La température mesure le degré d'agitation des particules (atomes ou molécules), plus les molécules d'un objet sont agitées, plus la température de cet objet est élevée (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)
- **La puissance thermique** d'une tour de refroidissement (en kW) est donnée par la formule suivante :  
 $P = m \times C_p \times \Delta T$  (1 p)

### Exercice 01 : (02 points)

1.  $Q = m \cdot C_p \cdot (\theta_f - \theta_i) = 10^3 \cdot 4185 \cdot 60$  donc,  $Q = 2,51 \cdot 10^8 \text{ J}$  (1 p)

2. Si  $Q = E_p = m \cdot g \cdot z \Rightarrow z = Q$

Donc  $z = Q / (m \cdot g) = 2,51 \cdot 10^8 / (10^3 \cdot 10) \Rightarrow z = 25 \cdot 10^3 \text{ m} = 25 \text{ km}$  (1 p)

### Exercice 02: (07 points)

1- La paroi du tube a pour épaisseur : 
$$e = \frac{D - d}{2} = \frac{21 - 18}{2} = 1,5 \text{ mm} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Comme elle est mince par rapport aux diamètres, en négligeant sa courbure on peut calculer  $k$  à partir de la formule suivante, avec  $R_e = 0$

$1/K = 1/h_1 + e/\lambda + 1/h_2$ , donc :  $1/K = 1/3000 + 1,5 \cdot 10^{-3} / 46 + 1/2000 = (0,33 + 0,032 + 0,5) \cdot 10^{-3} = 0,862 \cdot 10^{-3}$

$K = 1160,09 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  (2 p)

2- En présence d'une résistance d'encrassement, on applique maintenant la formule complète

$1/K = 1/h_1 + e/\lambda + 1/h_2 + R_e$ , donc :  $1/K = 1/3000 + 1,5 \cdot 10^{-3} / 46 + 1/2000 + 6 \cdot 10^{-4}$   
 $= (0,33 + 0,032 + 0,5 + 0,6) \cdot 10^{-3} = 1,462 \cdot 10^{-3}$   $K = 684 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  (2 p)

3- L'efficacité est comprise comme un rapport entre  $\Phi_{\text{réel}} / \Phi_{\text{max}}$ , soit ici :

$\Phi_{\text{réel}} / \Phi_{\text{max}} = K_{\text{1 ans}} / K_{\text{neuf}} = 684 / 1160,09 = 0,57$   $E = 0,57$  (1,5 p)

4- La puissance  $P = S \cdot K \cdot \Delta T$

$S = (\pi (D+d)/2) \cdot L = \pi \cdot ((21+18)/2) \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 12,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

Donc,  $P = 12,25 \cdot 10^{-2} \times 684 \times 20 = 16758 \text{ W}$   $P = 167,52 \text{ kW}$  (1,5 p)

Exercice 03: (06 points)

27

1- Détermination de la stabilité : (07 points)

Nom du forage	01	02	03	04	05	06
Ca <sup>+2</sup> , mg/l	155	150	78	63	60	118
Mg <sup>+2</sup> , mg/l	198	180	20	14	15	138
(CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> ), mg/l	0	0	91	0	0	0
(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), mg/l	160	125	116	162	98	116
pH	8,05	7,65	6,56	6,58	6,6	8,61
T° (°C)	23	27,5	34,2	29	28,2	65
A	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Dureté totale, F°	121,25	112,5	27,83	21,58	21,25	87
Dureté (TAC), F°	13,11	10,24	9,5	13,28	8,03	9,5
Dureté (Ca <sup>+2</sup> ), F°	38,75	37,5	19,5	15,75	15	29,5
B	2	1,9	1,8	1,9	1,9	1,3
C	2,2	2,2	1,9	1,8	1,8	2,1
D	2,1	2	2	2,1	1,9	2
pHs	7,2	7,2	7,4	7,5	7,7	6,7
IR	6,35	6,75	8,24	8,42	8,8	4,79
Stabilité	stable	stable	Moy aggressive	Moy aggressive	Très aggressive	Entartrante

L'Enseignant (e) responsable : M<sup>me</sup>; A.BELMABEDI



28

# Université Kasdi Merbah

Faculté des Sciences Appliquées  
Département Hydraulique et Génie civil

1



Master 1<sup>ère</sup> année Professionnel Traitement.  
Module Génie de l'eau.  
Durée de l'épreuve 90 minutes.

## Épreuve Moyenne Durée

- 1°) Donner les principaux axes du plan directeur d'aménagement des ressources en eau.
- 2°) A l'aide d'un schéma, expliquer les différentes étapes du cycle de l'eau.
- 3) Donner l'objectif de la nouvelle politique de l'eau en Algérie.
- 4) Quel est le but de la gestion écologique et environnementale des ressources en eau.

Ouargla, le 16 janvier 2019  
Le chargé du module *Mr. T. FORIAS*

Barème: 1°) 5pts ; 2°) 5pts ; 3°) 5pts et 4°) 5pts.





39

# Université Kasdi Merbah

2



Faculté des Sciences Appliquées  
Département Hydraulique et Génie civil

Master 1<sup>ère</sup> année Professionnel Traitement.  
Module Génie de l'eau.

## Correction type EMD

### 1°) Les principaux axes du plan directeur d'aménagement des ressources en eau sont :

- a) une évaluation des ressources en eau mobilisables, incluant les ressources alternatives provenant, notamment, de l'épuration des eaux usées et du dessalement de l'eau de mer ainsi que les ressources récupérables par réduction des pertes physiques et par dépollution des ressources naturelles ; (1pt)
- b) une évaluation des besoins en eau établie sur la base des objectifs de développement sectoriel à long terme fixés pour chaque unité hydrographique naturelle ; (1pt)
- c) l'identification des projets et programmes structurants de mobilisation et d'affectation des ressources en eau, permettant de satisfaire les besoins en eau additionnels à long terme ; (1pt)
- d) l'identification des projets et programmes structurants de réhabilitation et de développement de l'infrastructure d'alimentation en eau potable, d'assainissement et d'irrigation ; (1pt)
- e) la répartition temporelle de l'ensemble des projets et programmes structurants en fonction de l'évolution des besoins en eau sur la période de planification ainsi que l'estimation des coûts d'investissements. (1pt)

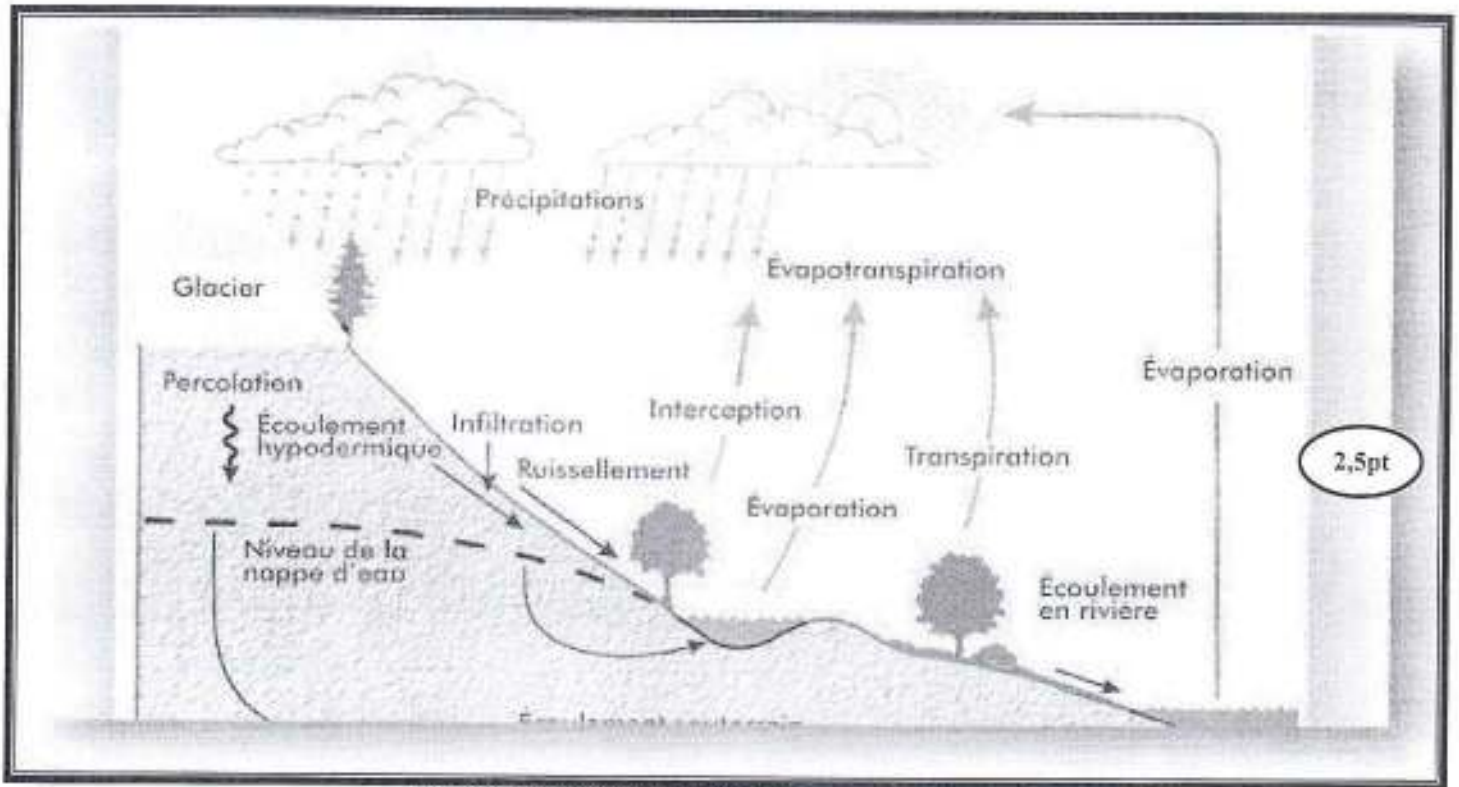
### 2°) Les différentes étapes du cycle de l'eau sont :

- a) **Les précipitations** : toutes les formes de l'eau qui tombent sur la surface de la terre, sous forme liquide (pluie) et forme solide (neige, grésil, grêle) sont considérées comme des précipitations, la quantité de la précipitation est mesurée à l'aide d'un pluviomètre. (0,5pt)
- b) **L'évaporation** : passage de la phase liquide à la phase vapeur. L'évaporation de l'eau à partir des océans et des plans d'eau, comme ainsi que le processus de transpiration des plantes terrestres sur la forme de vapeur d'eau dans l'air. (0,5pt)
- c) **L'évapotranspiration** : C'est le processus par lequel l'eau de surface (océan, mer, fleuve) et les plantes perdent de l'eau qui se transforme en vapeur et cela sous l'effet de la chaleur et le vent afin de rejoindre l'atmosphère. (0,5pt)
- d) **Le ruissellement ou écoulement de surface** : mouvement de l'eau sur ou dans les premiers horizons du sol (écoulement de surface), consécutif à une précipitation. La plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste s'infiltré dans le sol (pour former des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources). (0,5pt)

- e) **L'infiltration** : mouvement de l'eau pénétrant dans les couches superficielles du sol. Bien que le processus se compose de plusieurs étapes (évaporation, transpiration, condensation, précipitation, infiltration et ruissellement) qui forment dans sa totalité le cycle de l'eau nous essayons de le selon les principale étapes (voir la figure 1).

0,5pt

3



2,5pt

Figure 1 schéma du cycle de l'eau

### 3) L'objectif de la nouvelle politique de l'eau en Algérie s'articule autour des points suivants :

a) L'approvisionnement en eau à travers la mobilisation et la distribution d'eau en quantité suffisante et en qualité requise pour satisfaire en priorité les besoins de la population et de l'abreuvement du cheptel et pour couvrir la demande de l'agriculture, de l'industrie et autres activités économiques.

0,75pt

b) La préservation de la santé publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution.

0,75pt

c) La collecte et l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles pour une réutilisation agricole ou industrielle.

0,75pt

d) L'évaluation et la valorisation des ressources superficielles et souterraines.

0,75pt

e) La valorisation de toutes formes d'eaux non conventionnelles pour augmenter l'offre d'eau.

0,5pt

f) La maîtrise des crues par des actions de régulation des écoulements d'eaux de surface pour atténuer les effets nuisibles des inondations.

0,75pt

g) Assurer une mobilisation cohérente des moyens financiers et humains.

0,75pt

4) La gestion écologique et environnementale a pour but :

- La préservation de l'environnement et la protection des écosystèmes. (0,75pt)
- La gestion des ressources en eaux doit veiller au maintien des écosystèmes indispensables ainsi qu'à la réduction des effets nuisibles sur les autres ressources naturelles. (0,75pt)
- La gestion écologique c'est aussi la maîtrise de la valorisation agronomique des eaux usées traitées et du risque sanitaire global chimique et microbiologique. (0,75pt)
- La préservation des réserves d'eau, notamment celles non renouvelables, devient un préalable pour assurer aux générations futures leur part de cette ressource. (0,75pt)
- L'accès à l'eau doit être amélioré et ce par une lutte contre la pollution des cours d'eau comme des nappes phréatiques et par la nécessité de faire des économies d'eau. (0,75pt)
- Il faut noter que l'Algérie a consenti ces dernières années d'importants investissements en matière d'infrastructures en vue d'une part de traiter les déchets et réduire la pollution et d'autre part protéger et préserver les ressources hydriques. (0,75pt)

Ouargla, le 18 janvier 2019  
 Le chargé du module / Mr T. FORTAS

