

Le Corrigé de L'Examen S1

Matière : Assainissement 2

Session : Normale (2021/2022).

Réponse 1 : les étapes essentielles à suivre pour élaborer une étude de diagnostic en Zone Urbaine sont :

- (03) * Diagnostic superficiel (Prédiagnostic) :
Les points importants de cette première étape sont détaillés dans le cours.
- (03) * Diagnostic approfondi (2^e phase du Diagnostic)
Voir le cours pour les points essentiels de cette deuxième étape.

Réponse 2 : L'explication des deux facteurs provoquant l'encrassement des réseaux d'assainissement est :

- (02) * Facteurs de fonctionnement ;
Six (06) points sont à citer (Voir cours)
- (02) * Facteurs de gestion ;
Trois (03) points sont à citer (Voir cours).

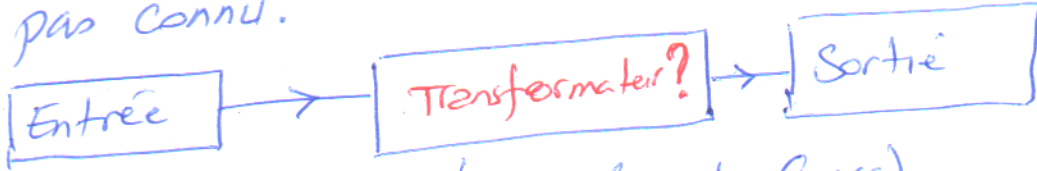
Réponse 3 : La définition du management utilisé en assainissement est dans le cours qui

- (02) représente le mode de gestion et de concepts qui nous permet d'assurer le fonctionnement optimal des systèmes d'assainissement et d'organiser son évaluation à long terme. Cela pour objectif d'assurer une cohérence avec les projets de développement de la ville

Assainissement II

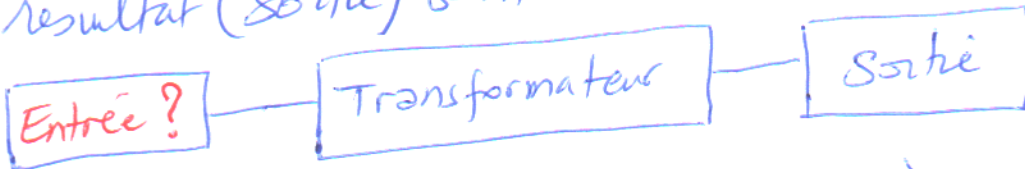
4: L'explication avec des exemples des deux modèles:

115 * Modèle Cognitif: c'est le modèle où l'entrée et la sortie sont connues, par contre le transformateur n'est pas connu.



01 exemple: (Voir l'exemple du cours).

115 * Modèle Décisionnel: c'est un modèle où l'entrée n'est pas connue et le transformateur ainsi que le résultat (Sortie) sont connus.



01 Exemple: (Voir l'exemple du cours).

Réponse 5: Les étapes pratiques de Réhabilitation d'un réseau d'assainissement (Réalisation) sont:

- Se renseigner sur les réseaux divers existants sur la zone (Gaz, électricité, etc) à fin de les protéger lors des Travaux.
- Préparer un planning de répartition et d'intervention (Début et Fin des travaux, etc).
- Informer les utilisateurs de cette partie du réseau de la période de travaux à fin de les sensibiliser pour minimiser les rejets.
- Préparer une déviation provisoire des conduites à fin d'isoler la partie concernée par la réparation.
- Avertir les services de régulation de la circulation automobile.
- Entamer les travaux de pose et les étapes qui

Correction type de PEMP en
écoulement 2 sur face libre
 $M_1 (OH + RH + HU)$

Exercice N°1

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{I} \cdot S \Rightarrow I = \frac{Q^2 n}{R^{4/3} S^2} \quad (1)$$

$$I = \frac{54^2 (0,015)^2}{(1,67)^{4/3} \cdot 25^2} = \boxed{0,00013} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} S &= Bh = 25 \text{ m}^2 \\ Pr &= B + 2h = 15 \text{ m} \\ R_H &= 1,67 \text{ m} \end{aligned} \quad (1)$$

Exercice N°2

$$S = 10 \times 4 + 1 \times (3)^2 = 49 \text{ m}^2 \quad (1)$$

$$Pr = 10 + 2 + 2 \times 3 \sqrt{1+2^2} = 20,48$$

$$R_H = \frac{S}{Pr} = 2,39 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{I} \cdot S \quad (1) \\ &= \frac{1}{0,013} \cdot (2,39)^{2/3} \cdot \sqrt{0,0001} \cdot 49 \end{aligned}$$

$$Q = \boxed{213,22 \text{ m}^3/\text{s}} \quad (2)$$

Exercice N°3

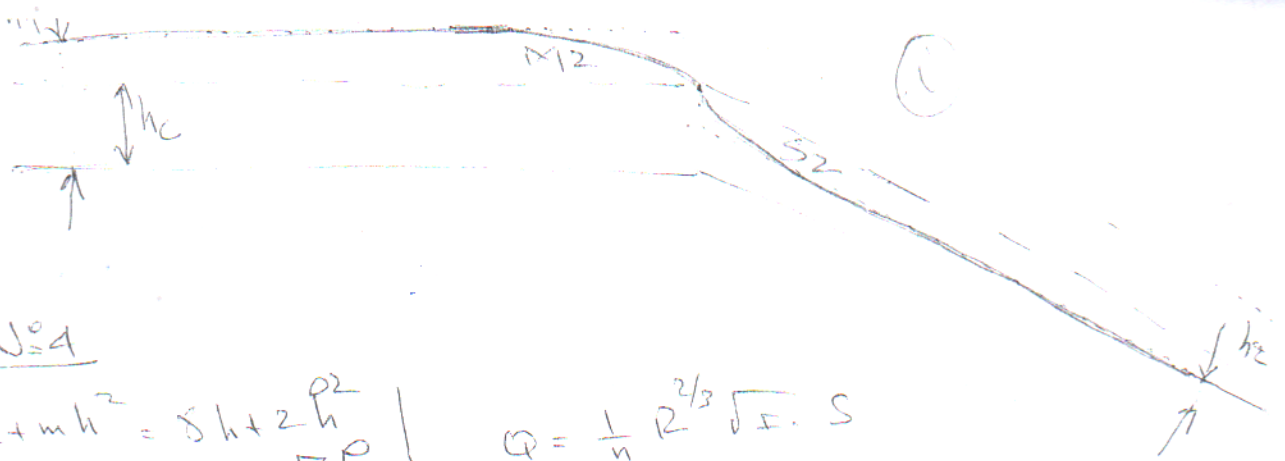
$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{(Q/B)^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{(9,63)^2}{9,81}} = \boxed{1,016 \text{ m}} \quad (1)$$

$$h_1 = ? \quad \frac{Qn}{\sqrt{I_1}} = \frac{S_1^{5/3}}{Pr^{2/3}} \Rightarrow \frac{9,63 \times 0,014}{\sqrt{0,0016}} = 3,37 = \frac{(3 \times h_1)^{5/3}}{(3 + 2h_1)^{2/3}} \Rightarrow h_1 = \boxed{1,395 \text{ m}} \quad (1)$$

$$h_2 = ? \quad \frac{Qn}{\sqrt{I_2}} = \frac{S_2^{5/3}}{Pr^{2/3}} = \frac{9,63 \times 0,014}{\sqrt{0,015}} = 1,10 = \frac{(3 \times h_2)^{5/3}}{(3 + 2h_2)^{2/3}} \Rightarrow h_2 = \boxed{0,63 \text{ m}} \quad (1)$$

$h_1 > h_c \Rightarrow I < I_c \Rightarrow Fr < 1$: le canal est à faible pente (mild slope)
la ligne d'eau est de type M et l'écoulement est fluvial (1)

$h_2 < h_c \Rightarrow I > I_c \Rightarrow Fr > 1$: le canal est à forte pente (steep slope)
la ligne d'eau est de type S et l'écoulement est torrentiel (1)



Exercice N°4

$$S = bh + mh^2 = 8h + 2h^2$$

$$Pr = b + 2h\sqrt{1+m^2} = 8 + 2\sqrt{5}h$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{E} \cdot S$$

$$\frac{Q^n}{\sqrt{E}} = \frac{S^{5/3}}{Pr^{2/3}}$$

$$\frac{Q^n}{\sqrt{E}} = 22,516 = \frac{(8h + 2h^2)^{5/3}}{(8 + 2\sqrt{5}h)^{2/3}} \Rightarrow \boxed{h_n = 1,70 \text{ m}} \quad (2)$$

$$\frac{Q}{B_c} = 1 \Rightarrow \frac{Q^2}{g} = \frac{60^2}{9,81} = 366,97 = \frac{S^3}{B_c} = \frac{(8h_c + 2h_c^2)^3}{(8 + 2 \times 2h_c)} \Rightarrow h_c = 1,56 \text{ m} \quad (2)$$

$$h_c = 1,56 \text{ m} \rightarrow \begin{cases} S_c = 17,34 \text{ m}^2 \\ Pr_c = 14,91 \text{ m} \end{cases} \quad R_{H_c} = 1,158 \Rightarrow I_c = \frac{Q^2 \cdot n^2}{R_{H_c}^{4/3} S_c^2} = 0,00166 \quad (2)$$

Évaluer à surface libre page 2

2/2

Correction Type (Ecoulement en charge)

Exo 1

l'équation de la courbe caractéristique de la pompe:

$$H_p(Q) = 40 - 5Q^2$$

l'équation de la courbe caractéristique de la conduite:

$$H_c(Q) = a + bQ^2$$

or $Q=0 \rightarrow a = H_g$

$$H_c(Q) = H_g + bQ^2 \text{ et } b = 0,0827f \cdot \frac{L}{D^5} = 0,0827 \cdot 0,02 \cdot \frac{10^3}{(0,25)^5} = 52,928$$

$$\Rightarrow H_c = 30 + 52,928 Q^2$$

Analytiquement pour déterminer le point de fonctionnement, en égalant

$$H_c(Q) = H_p(Q) \Leftrightarrow 30 + 52,928 Q^2 = 40 - 5Q^2 \Rightarrow Q = \pm \sqrt{\frac{10}{57,928}}$$

$$Q_f = 0,41548 \text{ m}^3/\text{s} = 415,48 \text{ l/s}$$

$$H_{mf} = 40 - 5(0,41548)^2 = 39,1368 \text{ m}$$

Alors les coordonnées de point de fonctionnement $P_f(39,1368 \text{ m}, 0,41548 \text{ m}^3/\text{s})$

Exo 2

1) la viscosité cinématique: $\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,11}{0,932 \times 10^3} = 1,18 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

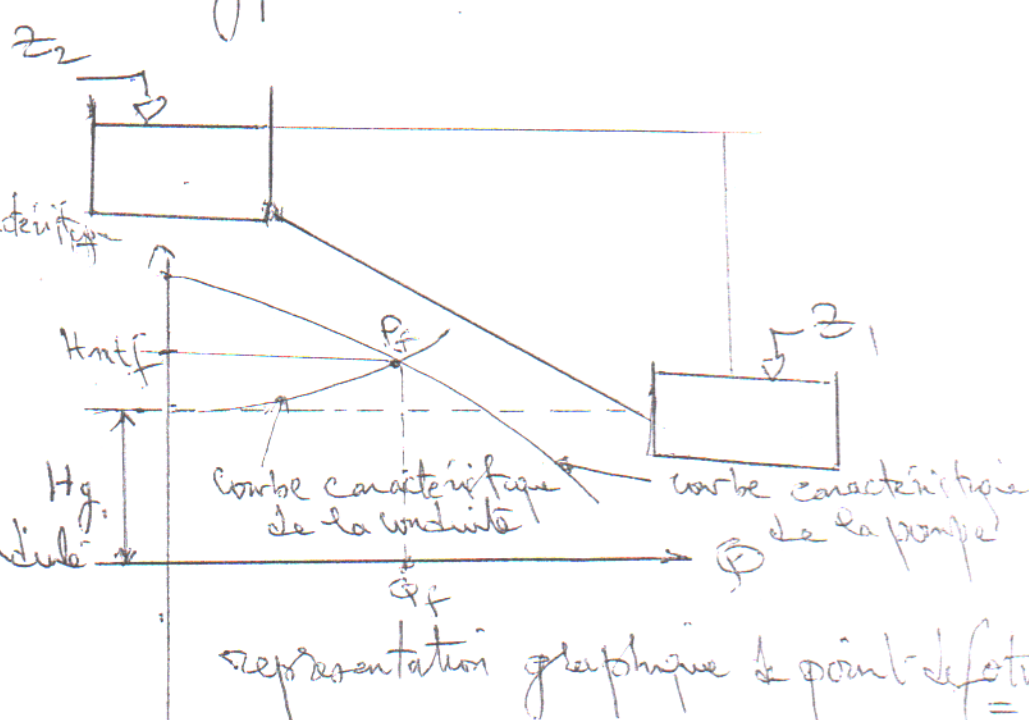
2) la vitesse v :

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 19,7 \times 10^{-3}}{\pi (0,25)^2} = 0,4013 \text{ m/s}$$

3) Nombre de Reynolds: $Re = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{0,4013 \times 0,25}{1,18 \times 10^{-4}} = 850,21 < 2000$

4) la nature de l'écoulement est laminaire.

5) Coef de frottement: $f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{850,21} = 0,07527$



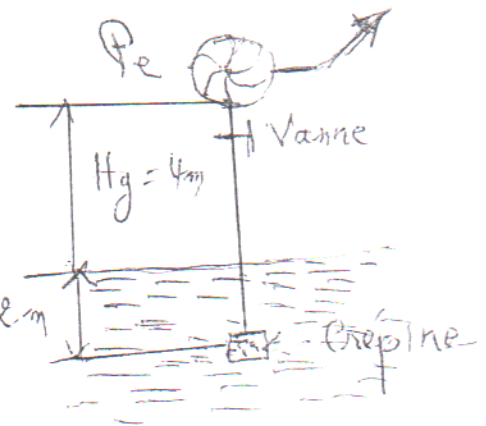
de charge dans le tuyau:

$$\Delta H = f \cdot \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = 0,07527 \times \frac{1650}{(0,25)} \times \frac{(0,413)^2}{2 \times 9,81} = 4,08 \text{ m}$$

Exo N°3

La condition pour qu'il n'y ait pas de cavitation: $NPSH_d > NPSH_R$

L'équation de la pression à l'entrée de la pompe pour un pompage en dépression:



$$\frac{P_e}{\gamma} = \frac{P_{atm}}{\gamma} - h_a - \frac{V_e^2}{2g} + \Delta H_{Tasp} \quad \text{avec}$$

P_{atm} : pression atmosphérique

V_e : la vitesse à l'entrée de la pompe.

h_a : la hauteur d'aspiration

ΔH_{Tasp} : les pertes de charges totales d'aspiration

$$\begin{aligned} * NPSH_d &= \left(\frac{P_e}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} \right) = \frac{P_{atm}}{\gamma} - h_a - \frac{V_e^2}{2g} + \Delta H_{Tasp} - \frac{P_v}{\gamma} \\ &= \left(\frac{P_{atm} - P_v}{\gamma} \right) - h_a - \frac{V^2}{2g} - 0,0827 \left(f \cdot \frac{L}{D^5} + \frac{K_{ut} K_v}{D^4} \right) \varphi^2 \\ &= \left(\frac{P_{atm} - P_v}{\gamma} \right) - h_a - 0,0827 \left(f \cdot \frac{L}{D^5} + \frac{K_{ut} K_v + 1}{D^4} \right) \varphi^2 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow NPSH_d = \left(\frac{101000 - 2340}{\rho g} \right) - 4 - 0,0827 \left(\frac{0,085 \times 6}{(0,075)^5} + \frac{14}{(0,075)^4} \right) (5 \times 10^{-3})^2$$

$$NPSH_d = 10,05908 - 5,04549$$

$$NPSH_d = 5,0116 \text{ m} < 5,5 \text{ m}$$

le $NPSH_d$ est strictement inférieur à $NPSH_R$ et donc la pompe est mise en risque de cavitation

Spécialité : MASTER 1 (OH)

Correction d'E.M.D: Epuration des eaux usées domestique

Questions de cours: (5.5 pts)

- 1- La fosse septique – Le lagunage – Station d'épuration (STEP). 0.5 × 3
- 2- Prétraitement – Traitement primaire – Traitement secondaire – Traitement tertiaire. 0.5 × 4
- 3- Ex. – Protection de la nappe phréatique – Réutilisation des eaux épurées dans l'irrigation – Economie importante de l'eau – Minimiser le risque des maladies à transmission hydrique. 0.5 × 4

Exercice 01 : (7pts)

1- $Q = V/t \rightarrow V = Q \times t = 9000 \times 10 = 9 \times 10^4 \text{ l} = 90 \text{ m}^3$. 02 pts

2- $V = A \times H \rightarrow A = V/H = 90/3 = 30 \text{ m}^2$. 02 pts

3- Identique $\rightarrow A_1 = A_2 = A/2 \quad A_1 = A_2 = 3 \cdot l^2 = 15 \text{ m}^2$ 01 pt

$l = \sqrt{\frac{A_{1,2}}{3}} = 2.236 \text{ m} \rightarrow L = \frac{A_{1,2}}{l} = 6.7084 \text{ m}$ 01 pt

Exercice 02 : (4.5 pts)

a) $Q_{\text{moyen}} = N_{\text{habitant}} \times \text{dotation} \times 0.8 = 450 \cdot 120 \cdot 0.8 = 43200 \text{ l/j} = 43.2 \text{ m}^3/\text{j}$ 02 pts

b) $Q_{\text{pointe}} = Q_{\text{moyen}} \times K_p \quad \text{et} \quad K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{43.2}} = 1.88$ 0.5 pts

$\rightarrow Q_{\text{pointe}} = 81.216 \text{ m}^3/\text{j}$ 01 pt

c) $V = Q_{\text{pointe}} \times t_s = 81.216 \cdot 2 = 162.43 \text{ m}^3$ 01 pt

Exercice 03 : (3pts)

1) $C = 1000 \cdot \text{charge}/Q \rightarrow C_{\text{DBO}_5} = 300 \text{ mg/l}, C_{\text{DCO}} = 600 \text{ mg/l}, C_{\text{MES}} = 375 \text{ mg/l}$ 0.25 × 3

2) $\frac{\text{DCO}}{\text{DBO}_5} = 2$ « Eau usée de type domestique », « La matière organique est biodégradable ». 0.25 × 2

3) $Q = N_{\text{habitant}} \times \text{Rejet spécifique}/1000 = 13392 \text{ m}^3/\text{j} = 0.155 \text{ m}^3/\text{s}$ 0.25

4) $S_u = \frac{Q_{\text{STEP}}}{V_e} = \frac{H_{\text{max}}}{\sin \alpha} \cdot l_{\text{gr}} (1 - \beta) \cdot \delta$

$l_{\text{gr}} = \frac{S_u \cdot \sin \alpha}{H_{\text{max}} \cdot (1 - \beta) \cdot \delta} \rightarrow S_u = \frac{Q_{\text{STEP}}}{V_e} = \frac{0.155}{0.8} = 0.19 \text{ m}^2$ 0.25

$l_{\text{gr}} = \frac{0.19 \cdot 0.985}{0.4 \cdot 0.67 \cdot 0.5} = 1.39 \approx 2 \text{ m}$ 0.25

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Grille frontale } L_{\text{fr}} = \frac{l_{\text{gr}}}{2} = 1\text{m} \\ \text{Grille latérale } L_{\text{lat}} = \frac{l_{\text{fr}}}{2} = 0.5\text{ m} \end{array} \right.$$

5) frontale $N_e = \frac{l_{\text{fr}} + \phi.b}{\phi.b + e} = \frac{1 + 0.008}{0.008 + 0.025} = 30.55 \approx 31$ espacements

latérale $N_e = \frac{l_{\text{lat}} + \phi.b}{\phi.b + e} = \frac{0.5 + 0.008}{0.008 + 0.025} = 15.39 \approx 16$ espacements

0.25

0.25

Corrigé d'examen S3 : Hydraulique appliquée

Réponse 01

- Les moyens de protection contre le coup de bélier sont les suivant :
- Les volants d'inertie qui interviennent dans la protection contre les dépressions.
 - Les soupapes de décharge qui interviennent dans la protection surpressions.
 - Les réservoirs d'air et les cheminées d'équilibre, qui interviennent à la fois dans la protection contre les dépressions et les surpressions.

Réponse 02

Le rôle du réservoir dans un réseau d'alimentation en eau potable est :

- Régulation du débit entre la production et la consommation.
- Régulation de la pression, en tout point du réseau.
- La sécurité vis-à-vis des risques d'incendies et de la demande en eau exceptionnelle.

Réponse 3

On se fixe arbitrairement la répartition de Q_c entre les deux branches : q_1 et q_2 ou $Q_c = q_1 + q_2 = Q_s$
Les pertes de charges correspondantes :

$$J_1 = R_1 \times q_1^2 \quad (1)$$

$$J_2 = R_2 \times q_2^2 \quad (2)$$

$J_1 - J_2 = 0 \Rightarrow R_1 \times q_1^2 - R_2 \times q_2^2 = 0$. Devrait être égal à Zéro (2^{ième} lois)

La répartition de Q_c en q_1 et q_2 n'est pas correcte, on corrige en ajoutant algébriquement une correction Δq_1 . L'application de la 2^{ème} Lois aux débits corrigés donne :

$$R_1(q_1 + \Delta q_1)^2 - R_2(q_2 - \Delta q_1)^2 = 0$$

$R_1(q_1^2 + 2q_1\Delta q_1 + \Delta q_1^2) - R_2(q_2^2 - 2q_2\Delta q_1 + \Delta q_1^2) = 0$. En négligeant les termes en Δq_1^2 , on trouve :

$$-2\Delta q_1(R_1q_1 + R_2q_2) = R_1q_1^2 - R_2q_2^2 \Rightarrow \Delta q_1 = -\frac{R_1q_1^2 - R_2q_2^2}{2(R_1q_1 + R_2q_2)} \quad (c)$$

D'après les deux équations (a) et (b) on a :

$$R_1 = \frac{J_1}{q_1^2} \text{ et } R_2 = \frac{J_2}{q_2^2} \text{ . En remplaçant dans l'équation(c) :$$

$$\Delta q_1 = -\frac{J_1 - J_2}{2\left(\frac{J_1}{q_1} + \frac{J_2}{q_2}\right)} \text{ . Pour une maille plus complexe comportant n tronçons, on peut écrire :}$$

$$\Delta q_1 = -\frac{\sum J_i}{2\sum \left|\frac{J_i}{q_i}\right|}$$

Corrigé d'exercice :

1- Détermination du nombre de population à l'horizon projeté :

$$P_n = P_0(1+t)^n = 7450(1+0.032)^{15} \Leftrightarrow P_n = 11950 \text{habitants}$$

2- Calcul des débits moyen journalier, débit max journalier et débit de pointe :

$$\text{-Débit moyen journalier: } Q_{\text{moy};j} = \frac{11950 \times 150}{1000} = 1792.5 \text{m}^3 / \text{s} = 20.75 \text{l} / \text{s} .$$

$$\text{-Débit max journalier: } Q_{\text{max};j} = Q_{\text{moy};j} \times K_{\text{max};j} = 20.75 \times 1.3 \text{m}^3 / \text{s} = 26.98 \text{l} / \text{s} .$$

$$\text{-Débit de pointe : } Q_{\text{pte}} = Q_{\text{moy};j} \times K_p = 20.75 \times 2 \text{m}^3 / \text{s} = 41.50 \text{l} / \text{s}$$

- Estimation des débits de calcul pour chaque tronçon du réseau, les résultats sont récapitulées dans le tableau ci-dessous

$$\text{-Calcul du débit spécifique } q_{sp} = \frac{Q_{\text{po int e}}}{\sum l_i} = \frac{41.50}{3115} \Leftrightarrow q_{sp} = 0.01332263 \text{ l} / \text{s.ml}$$

$$\text{-Calcul des débits nodaux : } Q_N = 0,45Q_r + 0,55Q_r$$

$$Q_{N1} = (1100 \times 0.45) \times 0.01332263 = 6.60 \text{l} / \text{s}, \quad Q_{N2} = (650 \times 0.55) \times 0.01332263 = 4.76 \text{l} / \text{s}$$

$$Q_{N3} = (1165 \times 0.45) \times (0.55 \times 450) \times q_{sp} = 10.28 \text{l} / \text{s}$$

$$Q_{N4} = (345 \times 0.55) \times 0.01332263 = 2.53 \text{l} / \text{s}$$

$$Q_{N5} = (850 \times 0.45) \times (0.55 \times 820) \times 0.01332263 = 11.10 \text{l} / \text{s}$$

$$Q_{N6} = (500 \times 0.55) \times 0.01332263 = 3.66 \text{l} / \text{s}$$

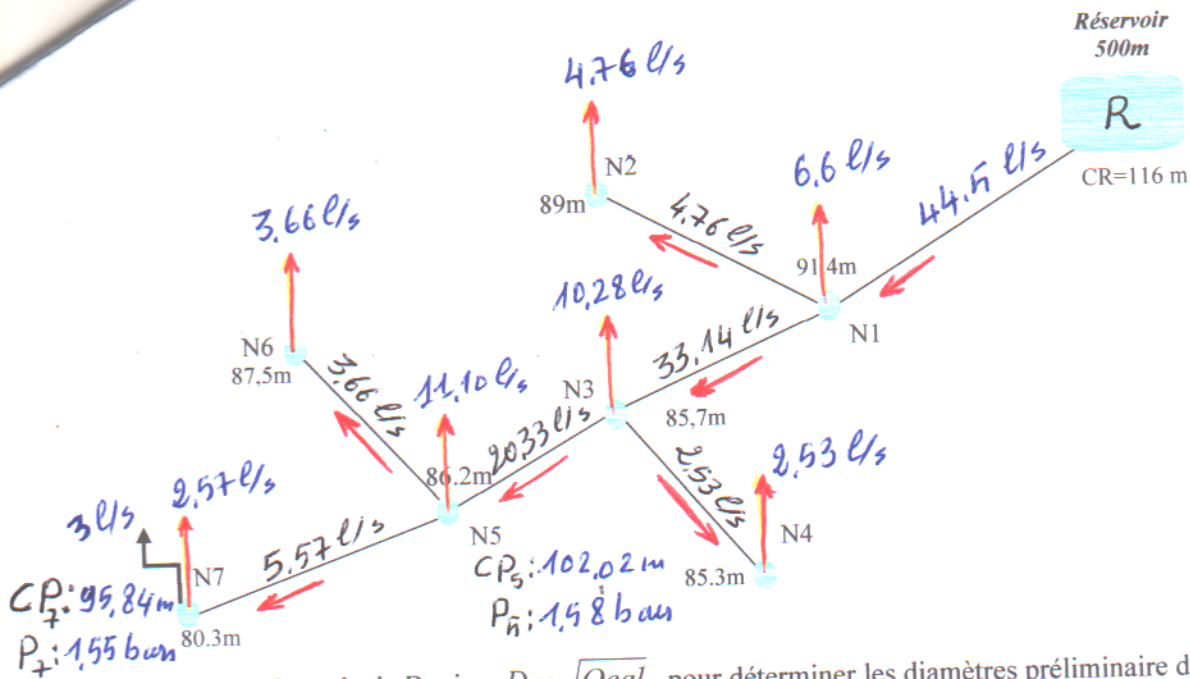
$$Q_{N7} = (350 \times 0.55) \times 0.01332263 = 2.57 \text{l} / \text{s}$$

-Estimation des débits de calcul Qcal.

$$Q_{\text{Cal.R500-N1}} = 44.5 \text{l} / \text{s}, \quad Q_{\text{Cal.N1-N2}} = 4.76 \text{l} / \text{s}, \quad Q_{\text{Cal.N1-N3}} = 33.14 \text{l} / \text{s}, \quad Q_{\text{Cal.N3-N4}} = 2.57 \text{l} / \text{s},$$

$$Q_{\text{Cal.N3-N5}} = 20.33 \text{l} / \text{s}, \quad Q_{\text{Cal.N5-N6}} = 3.66 \text{l} / \text{s}, \quad Q_{\text{Cal.N5-N7}} = 5.57 \text{l} / \text{s}.$$

2-Dimensionnement du réseau :



On utilise la formule de Bonin : $D = \sqrt{Qcal}$, pour déterminer les diamètres préliminaire du réseau qui peuvent véhiculer les débits de calcul avec moins de pertes charges et des vitesses admissible.

Tronçon	Longueur (mm)	Qcal (l/s)	Diamètre préliminaire DN (mm)	Diamètre Normalisé Ø(mm)	V (m/s)	j (m/ml)	J (m)
R500-N1	300	44.5	0.211	250	1.17	$5,4 \cdot 10^{-4}$	0.16
N1-N2	650	4.76	0.069	90	0.97	$128,92 \cdot 10^{-4}$	8.38
N1-N3	450	33.14	0.182	200	1.36	$96,22 \cdot 10^{-4}$	4.33
N3-N4	345	2.53	0.050	63	1.12	$281,44 \cdot 10^{-4}$	9.70
N3-N5	820	20.33	0.143	160	1.30	$115,73 \cdot 10^{-4}$	9.49
N5-N6	500	3.66	0.060	90	0.74	$76,2 \cdot 10^{-4}$	3.81
N5-N7	350	5.57	0.075	90	1.13	$176,57 \cdot 10^{-4}$	6.18

5-a- calcul des pertes charges total dans le réseau, les résultats sont insères dans le tableau suivant :

5-Détermination de la cote piézométrique et la pression au sol des nœuds N5 et N7.

- Calcul des pertes de charge au niveau des tronçons R500-N1, N1-N3, N3-N5 et N5-N7.

- Calcul des cotes piézométrique :

- $C_{P1} = CR - J_{R-1}$ donc : $C_{P1} = 116 - 0.16 = 115.84$ m, $-C_{P3} = C_{P1} - J_{1-3}$ donc : $C_{P3} = 115.84 - 4.33 = 111.51$ m

- $C_{P5} = C_{P3} - J_{3-5}$ donc : $C_{P5} = 111.51 - 9.49 = 102.02$ m, $-C_{P7} = C_{P5} - J_{5-7}$ donc : $C_{P7} = 102.02 - 6.18 = 95.84$ m

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tronçon	Cote terrain naturel(m)	Charge hydraulique (m)	Pression au sol (m)
R	116	0	0
N1	91.4	115.84	24.44
N2	89.0	107.46	18.46
N3	85.7	111.51	25.81
N4	85.3	101.81	16.51
N5	86.2	102.02	15.82
N6	87.5	107.7	20.20
N7	80.3	95.84	15.54



Corrigé Type Examen : Hydrogéologie Approfondie

Question 1: (2pts)

Calculer le bilan hydrique avec les termes suivants :

Précipitation brute P, Evapotranspiration ETR, Infiltration efficace IE, Ruissellement de surface Q_s, Ecoulement souterraine Q_w et Ecoulement total Q_T.

Avec : Précipitation brute :P= 162.10⁶ m³/an , Evapotranspiration : RTR=110. 10⁶ m³/an et Infiltration efficace :IE=48.10⁶ m³/an

... PE(Précipitation Efficace) =P-ETR= (162-110)10⁶=52.10⁶ m³/an = QS + IE ⇒ QS =4.10⁶ m³/an ET Q_T = Q_w + Q_s =4+48=

52. 10⁶ m³/an

Question 2: (2pts)

Calculer la transmissivité d'une aquifère de coefficient de perméabilité K=2.10⁻² cm/s et d'épaisseur égale 20 m.

.....T= K.b = 2.10⁻⁴ x 20 = 4.10⁻³ m²/s....

Question 3: (1 pt)

Calculer la porosité efficace d'un échantillon de sable moyen d'un volume total de 100cm³ et de volume d'eau gravitaire de 30 cm³.

Porosité efficace en % : n_e=(V_e/V_T)x100=(30/100)x100= 30%.....

Question 4: (2pts)

Donner trois (03) objectifs essentielles de pompage d'essai :

- 1) Mesure sur le terrain des paramètres hydrodynamiques : transmissivité et coefficient d'emménagement,
- 2) Etude quantitative des caractéristiques particulières de l'aquifère : conditions aux limites (confirmation de la distance du puits à la limite, colmatage des berges d'une rivière), structure (hétérogénéité, drainance),.
- 3). Observation directe de l'exploitation sur l'aquifère. Prédiction de l'évolution du rabattement en fonction des débits pompés. Evaluation de la ressource en eau souterraine exploitable..

Question 5: (2pts)

Calculer le débit Q en m³/s, filtrant de haut en bas dans une colonne verticale de sable gros de hauteur l=40 cm, à travers une section circulaire de diamètre D= 8 cm, sous une charge de 80 cm, est fonction d'un coefficient de perméabilité K=2.10⁻³ m/s

$$Q = K.A.i = K(\pi D^2/4)(h/l) = 2.10^{-3}(\pi 0,08^2/4)(80/40) = 0,02.10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Question 6: (2pts)

Dans le processus de karstification, compléter la définition suivante :

La karstification se fait par...**dissolution**... des roches...**carbonatées** ou ...**sulfatées**.. au contact de l'eau..... chargée en acide carbonique (...H₂CO₃....), qui dérive du gaz carbonique de l'air, plus rarement de gaz carbonique d'origine profonde.

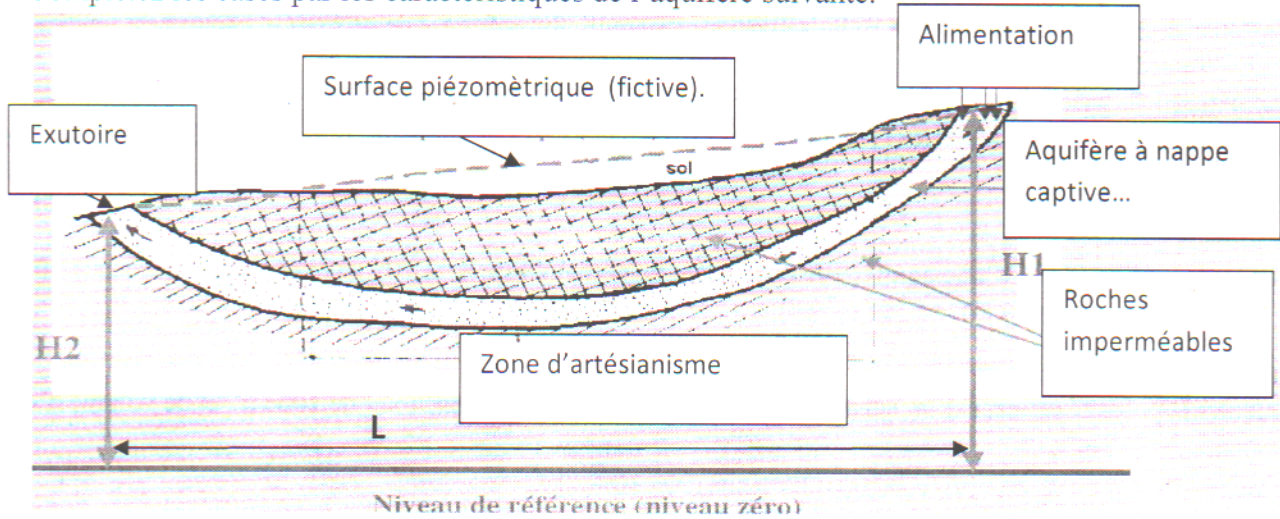
Question 7: (3pts)

Répondre par vrais ou faux

- 1). La partie supérieur de la nappe captive est hydrodynamique avec fluctuation libre... faux
- 2). L'analyse granulométrie permet de procéder l'équipement technique des puits et sondages ... vrais...
- 3).L'eau de rétention est la fraction de l'eau souterraine, maintenue dans les parois des macro-fissures.... faux...
- 4).L'eau pelliculaire représente une pellicule de l'épaisseur de l'ordre du millimètre..... vrais
- 5).Le coefficient d'emménagement dans l'aquifère à nappe libre est inférieure à celui dans la nappe captive..... faux
- 6).Les cartes piézométriques représentent à une date donnée, la distribution spatiale des charges et des potentiels hydrauliques..... vrais

Question 8: (3pts)

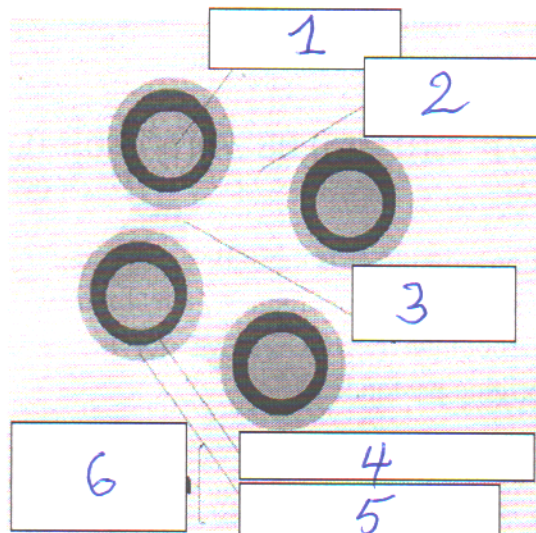
Complétez les cases par les caractéristiques de l'aquifère suivante.



1) Que représente le rapport : $\frac{H_1 - H_2}{L}$ Le gradient hydraulique...

Question 9: (3pts)

Complétez les cases par les types d'eau souterraine



1 :Particule..... 2 : ...Eau gravifique.....

3 :Eau Capillaire..... 4 : ...Eau hygroscopique.....

5 :Eau pelliculaire..... 6 :Eau de Réention

Corrigé de l'examen informatique appliquée à l'hydraulique
1^{ère} Année Master (HU)

Exercice 1 : (7 pts)

Algorithme calcul du temps de vidange de la retenue d'un barrage

CONST g : Réel= 9.81
VAR mu, w, zo,t,tt,th : Réel
n,i : Entier
z [1..8], s [1..8], h [1..8] : Réels

Début

C Lecture des données

C mu coefficient du débit d'écoulement

C w section de l'orifice de vidange

C zo altitude du centre de l'orifice de vidange

Lire (mu,w,zo,n)

Pour i De 1 A n Faire

Lire (z(i),S(i))

Finpour

C vidange de la retenue à partir du repère 78,0 m jusqu'à 74,0 m

C calcul de hauteur d'eau au-dessus de l'orifice de vidange

Pour i De 1 A n Faire

h(i)=z(i)-zo

Finpour

c calcul du temps de vidange

t=0

Pour i De 1 A n-1 Faire

tt=-((s(i)+s(i+1))*(h(i+1)^{0.5}-h(i)^{0.5})/(mu*w*(2*g)^{0.5})

t=t+tt

Finpour

C Affichage des résultats

Ecrire ('temps de vidange en secondes t(s)= ',t)

th=t/3600;

Ecrire ('temps de vidange en heurs t(h)= ',th)

Fin

Exercice 2 : (7 pts)

Algorithme de calcul

On pose $x = \frac{1}{\sqrt{\lambda}}$, l'équation de Colebrook devient : $x = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3,71 D} + \frac{2,51}{Re} x \right)$

Exercice 3 (6 pts):

Calcul de la profondeur et de la pente critiques par la méthode de Newton :

On a : $\frac{Q^2 T}{g S^3} = 1 \rightarrow f(h) = 1 - \frac{Q^2 T}{g S^3}$

Avec : $T = 2mhS = mh^2$

$$\frac{df(h)}{dh} = -\frac{Q^2}{g S^3} \left(2m - \frac{3T}{S} \right)$$

Suivant la méthode de Newton la correction de la profondeur h_k de la k^{eme} itération est :

$$\Delta h = -\frac{f(h)}{df(h)/dh}$$

La valeur corrigée de la profondeur est : $h_{k+1} = h_k + \Delta h$

ALGORITHME Profondeur et pente critiques pour canal triangulaire

VAR Q,P,m,I,T, n, h,h1, Ic,Rh,S,f,dfd,h,dh,Eps: Réel

Début

Lire (Q,,n,h1,m ,eps)

C calcul de la profondeur critique

Répéter

$h=h1$

$S=m*h*h$

$T=2*m*h$

$f=1-(Q^2*T/(g*S^3))$

$dfd=-\frac{Q^2}{g*S^3}*(2*m-(3*T/S))$

$dh=-f/dfd$

$h1=h+dh$

Jusqu'à ($|h1 - h| < Eps$)

Ecrire ('la profondeur critique hc est égal à :', h1)

C calcul de la pente critique

$S=(m*h1)*h1$

$P=2*h1*(1+m^2)^{1/2}$

$Rh=S/P$

$Ic=(Q*n/(S*Rh^{2/3}))^2$

Ecrire ('la pente critique Ic est égal à :', Ic)

Fin

Info APP à l'Hyd

qui est de la forme : $x = F(x)$, l'estimé initial $x^{(0)} = \frac{1}{\sqrt{\lambda^{(0)}}}$ est calculé par la formule empirique

d'Herman : $\lambda^{(0)} = 0,0054 + 0,395 \text{ Re}^{-0,3}$

ALGORITHME Calcul du coefficient de perte de charge linéaire dans une conduite

VAR Re, EpsD, x, x1, Lambda, Alpha, Delta: Réel

N, IN, Nmax, i : Entier

Reyn [1..10], RugD [1..10] : Réels

Début

 Lire (N, Eps, Nmax)

 Pour i De 1 A N Faire

 Lire (Reyn(i), RugD(i))

 Finpour

C calcul sur les N couples de valeurs Reynolds- Rugosité relative

Pour IN De 1 A N Faire

 Re = Reyn(IN)

 EpsD = RugD(IN)

C Estimé d'Herman

 Lambda = $0.0054 + 0.395 * \text{Re}^{-0.3}$

 x = $1 / (\text{Lambda})^{1/2}$

 i = 0

 Repeter

 x1 = F(x)

C Méthode de Wegstein

 Delta = $(F(x1) - x1) / (x1 - x)$

 Alpha = $1 / (1 - \text{Delta})$

 x = $x1 + \text{Alpha} * (F(x1) - x1)$

 i = i + 1

Jusqu'à $(|x1 - x| < \text{Eps}$ ou $i = \text{Nmax}$)

 Lambda = $1 / x^2$

Ecrire ('cas numéro', IN, 'Reynold =', Re, 'Rugosité relative =', EpsD)

Ecrire ('Nombre d'itérations', i, 'le coefficient Lambda est égal à :', Lambda)

Finpour

Fin

FONCTION F(x : Réel) Réel

 Var a : Réel

Début

 a = $-2 * \log(\text{EpsD} / 3.71 + 2.51 * x / \text{Re})$

 Retourner a

Fin

CORRECTON DE L'EMD N°01 : MOBILISATION DES ECOULEMENTS DE SURFACE

1°/ La différence entre la régularisation annuelle et la régularisation interannuelle :

Pour la régularisation annuelle :

Le stockage et la restitution du barrage à l'échelle de saison (s'étalent sur une année)

Pour la régularisation interannuelle :

Le stockage et la restitution du barrage s'étalent sur plusieurs années.

2-1 /Calcul du NVM du barrage pour les deux cas :

H ₁	966	V ₁	1314630	H ₁	966	V ₁	1873903
H ₂	967	V ₂	1873903	H _x	H ₁ + DH ₂	V _x	1 500 000
ΔH ₁	1	DV ₁	559273	ΔH ₂	ΔV ₂ × ΔH ₁ / ΔV ₁	ΔV ₂	373903

$$\Delta H_2 = 373903 \times 1 / 559273 = 0,67 \text{ m}$$

$$H_x = 966,00 + 0,67 = 966,67 \text{ m.}$$

Le niveau du volume mort : 966,67 m.

2-2 /Calcul de la capacité du barrage et dressement du tableau d'exploitation pour le premier cas :

Estimation des besoins :

Besoins totaux d'une année = 250000 x 365 x 150/1000 = 13687500 m³.

Besoins d'un mois : 13687500 /12 = 1140625 m³.

Mois	Apports (80%)	Besoins	DV (+)	DV (-)	V 1er mois	V fin du mois
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
Sep.	1800000	1140625	659375	0	1500000	2159375
Oct.	1700000	1140625	559375	0	2159375	2718750
Nov.	1200000	1140625	59375	0	2718750	2778125
Dec.	1800000	1140625	659375	0	2778125	3437500
Janv	2100000	1140625	959375	0	3437500	4232500
Fev	2200000	1140625	1059375	0	4232500	4232500
Mars	1800000	1140625	659375	0	4232500	4232500
Avril	1500000	1140625	359375	0	4232500	4232500
Mai	1000000	1140625	0	140625	4232500	4091875
Juin	500000	1140625	0	640625	4091875	3451250
Juil	210000	1140625	0	930625	3451250	2520625
Aout	120000	1140625	0	1020625	2520625	1500000

$$\Delta V(+): 4975000 \quad \Delta V(-): 2732500$$

Les apports totaux : 15 930 000 m³.

Les besoins totaux : 13 687 500 m³.

Les apports totaux > Les besoins totaux : la régularisation est possible

Fonctionnement à un temps ($\Delta V(+)$ > $\Delta V(-)$) $V_{\text{utile}} = \Delta V(-) = 2\,732\,500\text{ m}^3$.

$V_{\text{total}} = V_{\text{mort}} + V_{\text{utile}} = 4\,232\,500\text{ m}^3$.

La capacité totale du barrage est : 4 232 500 m³.

2-3 /Calcul du NNR du barrage pour le premier cas :

H ₁	969,00	V ₁	3355486	H ₁	969,00	V ₁	3355486
H ₂	970,00	V ₂	4456861	H _x	H ₁ + DH ₂	V _x	4232500
ΔH_1	1	DV ₁	1101375	ΔH_2	$\Delta V_2 \times \Delta H_1 / \Delta V_1$	ΔV_2	877014

$$\Delta H_2 = 877014 \times 1 / 1101375 = 0,80\text{ m}$$

$$H_x = 969,00 + 0,80 = 969,80\text{ m.}$$

Le niveau normal de la retenue : 969,80 m.

2-4 /Calcul de la capacité du barrage pour le deuxième cas :

Estimation des besoins :

Besoins totaux d'une année = 500 000 x 365 x 150/1000 = 27 375 000 m³.

Besoins d'un mois : 27375000 /12 = 2281250 m³.

Les apports totaux : 15 930 000 m³.

Les besoins totaux : 27 375 000 m³.

Les apports totaux < Les besoins totaux : la régularisation n'est pas possible

Le barrage dans ces conditions n'est pas faisable.

CORRECTON DE L'EMD N°01 : REGULARISATION

1°/ La différence entre la régularisation annuelle et la régularisation interannuelle :

Pour la régularisation annuelle :

Le stockage et la restitution du barrage à l'échelle de saison (s'étalent sur une année)

Pour la régularisation annuelle :

Le stockage et la restitution du barrage s'étalent sur plusieurs années.

2-1 /Calcul du NVM du barrage pour les deux cas :

H ₁	966	V ₁	1314630		H ₁	966	V ₁	1873903
H ₂	967	V ₂	1873903		H _x	H ₁ + DH ₂	V _x	1 500 000
ΔH ₁	1	DV ₁	559273		ΔH ₂	ΔV ₂ × ΔH ₁ / ΔV ₁	ΔV ₂	373903

$$\Delta H_2 = 373903 \times 1 / 559273 = 0,67 \text{ m}$$

$$H_x = 966,00 + 0,67 = 966,67 \text{ m.}$$

Le niveau du volume mort : 966,67 m.

2-2 /Calcul de la capacité du barrage et dressement du tableau d'exploitation pour le premier cas :

Estimation des besoins :

Besoins totaux d'une année = 250000 x 365 x 150/1000 = 13687500 m³.

Besoins d'un mois : 13687500 /12 = 1140625 m³.

Mois	Apports (80%) m ³	Besoins m ³	DV (+) m ³	DV (-) m ³	V 1er mois m ³	V fin du mois m ³
Sep.	1800000	1140625	659375	0	1500000	2159375
Oct.	1700000	1140625	559375	0	2159375	2718750
Nov.	1200000	1140625	59375	0	2718750	2778125
Dec.	1800000	1140625	659375	0	2778125	3437500
Janv	2100000	1140625	959375	0	3437500	4232500
Fev	2200000	1140625	1059375	0	4232500	4232500
Mars	1800000	1140625	659375	0	4232500	4232500
Avril	1500000	1140625	359375	0	4232500	4232500
Mai	1000000	1140625	0	140625	4232500	4091875
Juin	500000	1140625	0	640625	4091875	3451250
Juil	210000	1140625	0	930625	3451250	2520625
Aout	120000	1140625	0	1020625	2520625	1500000

$$\Delta V(+): 4975000 \quad \Delta V(-): 2732500$$

Les apports totaux : 15 930 000 m³.

Les besoins totaux : 13 687 500 m³.

Les apports totaux > Les besoins totaux : la régularisation est possible

Fonctionnement à un temps ($\Delta V(+)$ > $\Delta V(-)$) $V_{\text{utile}} = \Delta V(-) = 2\,732\,500\text{ m}^3$.

$V_{\text{total}} = V_{\text{mort}} + V_{\text{utile}} = 4\,232\,500\text{ m}^3$.

La capacité totale du barrage est : 4 232 500 m³.

2-3 /Calcul du NNR du barrage pour le premier cas :

H ₁	969,00	V ₁	3355486	H ₁	969,00	V ₁	3355486
H ₂	970,00	V ₂	4456861	H _x	H ₁ + DH ₂	V _x	4232500
ΔH_1	1	DV ₁	1101375	ΔH_2	$\Delta V_2 \times \Delta H_1 / \Delta V_1$	ΔV_2	877014

$$\Delta H_2 = 877014 \times 1 / 1101375 = 0,80\text{ m}$$

$$H_x = 969,00 + 0,80 = 969,80\text{ m.}$$

Le niveau normal de la retenue : 969,80 m.

2-4 /Calcul de la capacité du barrage pour le deuxième cas :

Estimation des besoins :

Besoins totaux d'une année = 500 000 x 365 x 150/1000 = 27 375 000 m³.

Besoins d'un mois : 27375000 /12 = 2281250 m³.

Les apports totaux : 15 930 000 m³.

Les besoins totaux : 27 375 000 m³.

Les apports totaux < Les besoins totaux : la régularisation n'est pas possible

Le barrage dans ces conditions n'est pas faisable.

Corrigé

1. Revoir cours (5pts)

Cochez sur la réponse la plus juste : (16pts)

1. Un SIG permet de créer, d'organiser et de présenter des données géoréférencées.
 - Vrai **V** Faux
2. Les objets sont généralement organisés en couches, chaque couche rassemblant des objets non-homogènes.
 - Vrai Faux **F**
3. Pour un système de référence global, on précise l'origine du centre et l'ellipsoïde qui approxime au mieux le géoïde à l'échelle locale.
 - Vrai Faux **F**
4. Pour un système de référence local, on précise le point fondamental et l'ellipsoïde proche du géoïde en ce point.
 - Vrai **V** Faux
5. Une information géographique est la représentation d'un objet ou d'un phénomène réel, localisé dans l'espace et dans le temps.
 - Vrai **V** Faux
6. De manière générale, un SIG propose les primitives géométriques suivantes : Points, lignes.
 - Vrai Faux **F**
7. Une table regroupe en différentes colonnes appelées champ ou attribut.
 - Vrai **V** Faux
8. Les données géographiques sont des données non-localisées à la surface terrestre.
 - Vrai Faux **F**
9. MNT :
 - Modèle Numérique de Terrain **V**
 - Modèle Numérique Transversal
10. MNE :
 - Modèle Numérique d'Élévation. **V**
 - Modèle Numérique d'Échelle.