



**Master 1 GPE**

**Corrigé de l'examen semestriel**

**Module : Conditionnement et traitement des eaux de procédés**

**Exercice 1 (03pts)**

**1. Les caractéristiques des échantillons d'eau**

Echantillon	E1	E2	E3
Caractéristiques	C25= 4500<5000 salinité élevée TAC ≥ 143 forte alcalinité TH= 0 dureté nulle PO4 ≥ 50 présence d'antitartres et de silice Absence d'O2 dissous	C25 < 450 TAC= 18 F Alcalinité faible Absence de Phosphates et de silice	C25= 956 ≥ 450 Salinité importante TAC = 62 Alcalinité importante TH= 38 dureté élevée Présence d'O2 dissous
Type d'eau	Eau de chaudière	Eau d'appoint	Eau brute non traitée ou eau potable

2. **L'échantillon E2 est destiné** à l'alimentation d'une chaudière car il présente les caractéristiques d'une eau d'appoint

**Exercice 2 (05 pts)**

1. Les expressions du débit d'appoint et le débit de déconcentration en fonction du taux de concentration  $R_c$ .

Le débit d'appoint  $A = E + D = E + E_v + P$

Le débit de Déconcentration  $D = E_v + P$

$E_v$  : débit d'évaporation Vésiculaire et  $P$  : la purge volontaire

• Le taux de concentration  $R_c = A/D$

**D'où  $D = E/(R_c - 1)$  et  $A = E * (R_c / (R_c - 1))$ .**

• A et D varient selon une fonction hyperbolique de  $R_c$ . Si  $R_c$  augmente A et D diminuent

2. Calculons :

a) Le débit d'évaporation réel E et le débit d'appoint

$E_{\text{reel}} = Q \cdot \Delta T / 600$        $A = E + D = E + E_v + P$

AN :  $E_{\text{reel}} = 675(32-18) / 600 = 15,75 \text{ m}^3/\text{hr}$

$A = 15,75 + (0,1\% * 675) + 1,2 = 17,625 \text{ m}^3/\text{hr}$

b) Le rapport de concentration  $R_c$  et le temps de demi-séjour  $t_{1/2}$ .

$R_c = A/D$  et  $t_{1/2} = \ln 2 * V/D$

AN :  $R_c = 17,625 / ((0,1\% * 675) + 1,2) = 9,4$



**Master 1 GPE**

**Corrigé de l'examen semestriel**

**Module : Conditionnement et traitement des eaux de procédés**

$$t_{1/2} = 0,7 * 100 / ((0,1\% * 675) + 1,2) = 37,33 \text{ hr} \quad (0,25)$$

c) Le rapport de concentration  $R_{c_{\max}}$  et  $t_{1/2}$ .

$$R_{c_{\max}} = A/D = (E + E_V + P) / (E_V + P) = (E + E_V) / E_V \text{ avec } P = 0 \text{ (Purge volontaire}$$

est nulle)

$$t_{1/2_{\max}} = 0,7 * V / E_V$$

$$\text{AN : } R_{c_{\max}} = (15,75 + 0,675) / 0,675 = 24,33 \text{ m}^3/\text{hr} \quad (0,25)$$

$$t_{1/2_{\max}} = 0,7 * 100 / 0,675 = 103,7 \text{ hr} \quad (0,25)$$

d) Discutons les valeurs calculées de  $R_c$  et  $t_{1/2}$

- $R_{c_{\max}}$  représente le cas extrême (idéal) où la purge volontaire est nulle

$R_c$  optimal prend toutes les valeurs avec une purge minimale  $R_c < R_{c_{\max}}$  (1 pt)

- $t_{1/2} < t_{1/2_{\max}}$  : plus le temps de demi séjour est proche de  $t_{1/2_{\max}}$  mieux serait le conditionnement des eaux par les antitartres et les inhibiteurs de corrosion.

**Exercice 3 (04 pts)**

1. Détermination de la quantité de chaleur pour le point A

Le point A : extrapolation sur l'ordonnée du point A qui représente l'intersection de

l'isobare de 20 Kg/cm<sup>2</sup> avec la courbe de saturation  $X=1$  donc Pour 1 kg d'eau  $\Delta H_A$

$$= 668 \text{ kCal/kg et Pour } 20 \text{ Kg d'eau : } \Delta H_A = 668 * 20 = 13360 \text{ kCal} \quad (0,25)$$

2. En vapeur saturée à 95% à 10 Kg/cm<sup>2</sup> de pression absolue le point B.

Le point B extrapolation sur l'ordonnée du point B qui représente l'intersection de

l'isobare de 10 Kg/cm<sup>2</sup> avec la courbe de saturation  $X=0,95$  donc Pour 1 kg d'eau  $\Delta H_B$

$$= 640 \text{ kCal/kg et Pour } 20 \text{ Kg d'eau : } \Delta H_A = 640 * 20 = 12800 \text{ kCal} \quad (0,25)$$



**Master 1 GPE**

**Corrigé de l'examen semestriel**

**Module : Conditionnement et traitement des eaux de procédés**

3. On dispose de vapeur surchauffée à  $400^{\circ}\text{C}$  et une pression absolue de  $10 \text{ Kg/cm}^2$  :

1<sup>er</sup> cas : On détend à  $4 \text{ Kg/cm}^2$ , pression absolue, dans un détendeur (parfaitement isolé) (Point C). A quelle température la vapeur saturée va-t-elle sortir du détendeur ?

Le point C : détente sans travail  $H=\text{Constante}$ , on se déplace horizontalement au point C, puis on se place sur l'isobare de  $4 \text{ Kg/cm}^2$  point C, on suit la courbe jusqu'à l'intersection avec la courbe de saturation  $X=1$  puis on extrapole la température de sortie du détendeur  $T=135^{\circ}\text{C}$

2<sup>ème</sup> cas : On envoie la vapeur vers une turbine supposée parfaite. Quelle est la puissance développée par la turbine. (Point D).

Turbine avec travail donc l'entropie  $S=\text{constant}$ , on descend verticalement du point C vers l'isobare de  $4 \text{ Kg/cm}^2$ , puis on suit l'isobare jusqu'à la courbe de saturation  $X=1$  on place le point D.

La puissance développée par la turbine est  $\Delta H_C - \Delta H_D = 780 - 650 = 130 \text{ kcal/kg}$

Pour  $20 \text{ kg}$  d'eau :  $130 \times 20 = 2600 \text{ kcal}$

Graphique : représentation de tous les points

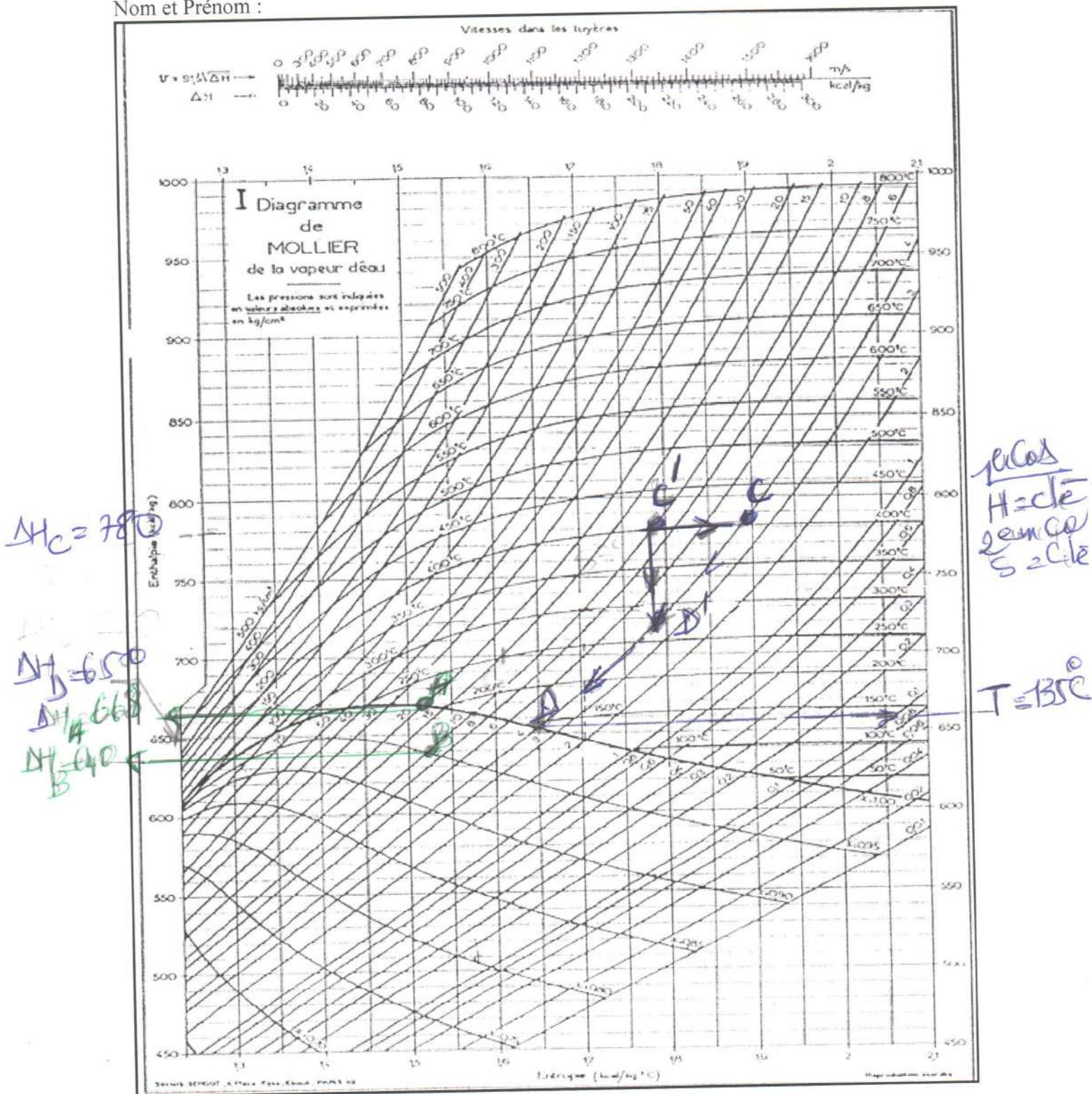


**Master 1 GPE**

**Corrigé de l'examen semestriel**

**Module : Conditionnement et traitement des eaux de procédés**

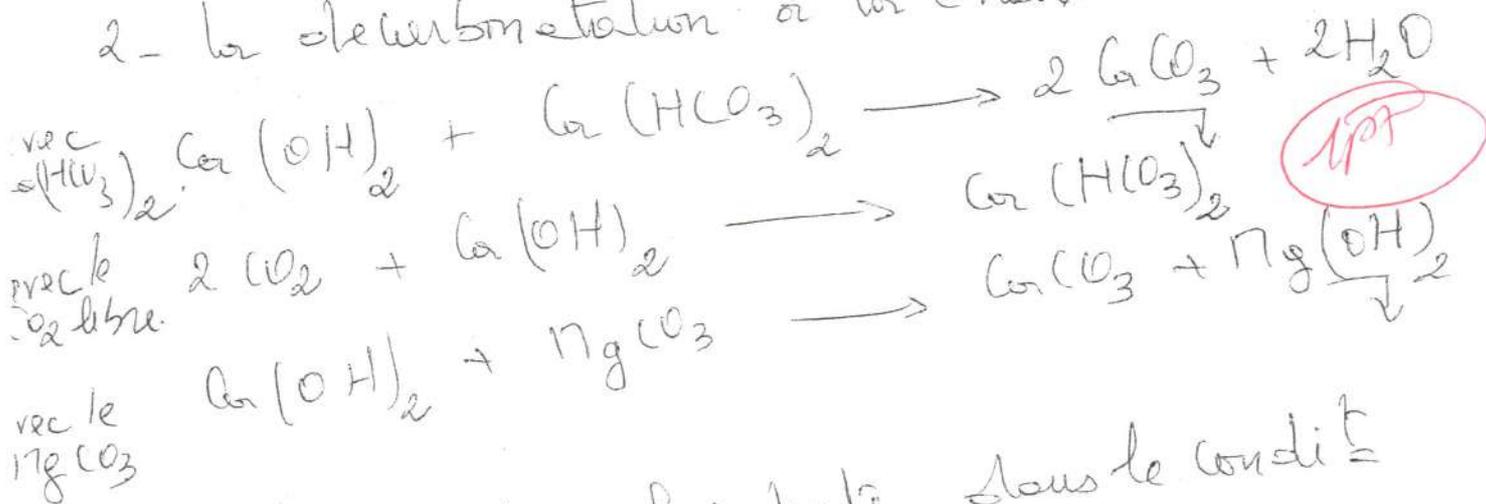
Nom et Prénom :



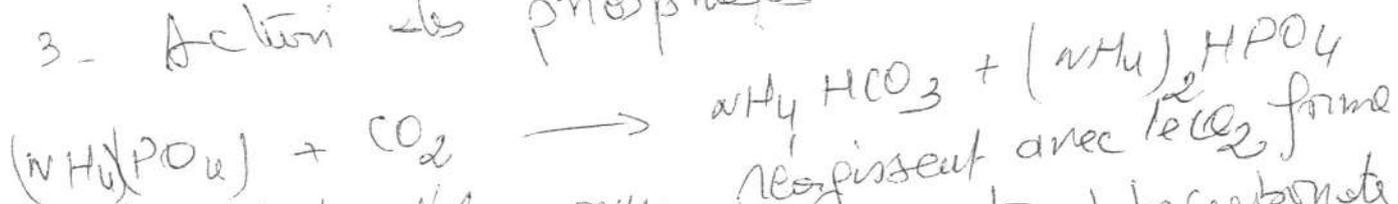
# Questions de Cours

1. les Traitements les plus courants de l'eau d'approvisionnement
- la chloration ou la filtration
  - la decarbonatation à la chaux 1pt
  - la " " " sous résine
  - la " " " au sel
  - l'adoucissement et la déminéralisation

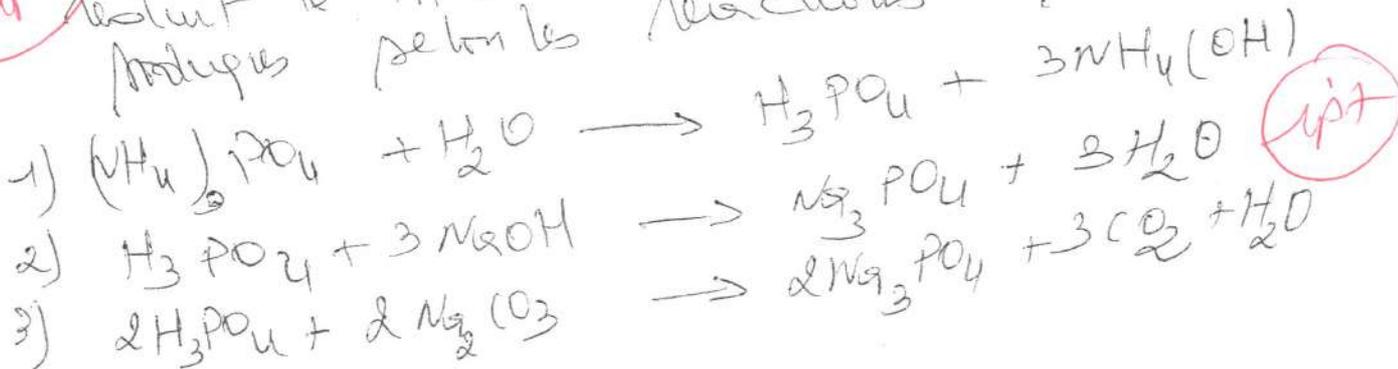
2. la decarbonatation à la chaux



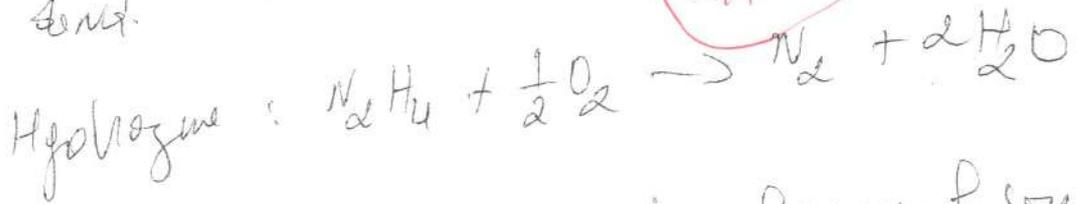
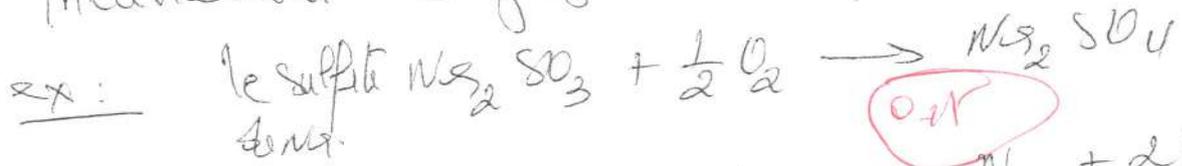
3. Action des phosphates sous le condition



les phosphates d'Ammonium réagissent avec le  $\text{CO}_2$  forme per la de composition des carbonates et bicarbonates en produisant de l'acide phosphorique qui dissout le TAC en chaux dure et forme des phosphates insolubles selon les réactions suivantes



4) les inhibiteurs de corrosion sont des composés minéraux ou organiques qui permettent de piéger et fixer l'oxygène dissous - aussi ils sont utilisés pour neutraliser le gaz carbonique



5) les anticorrosifs peuvent agir de plusieurs façons

- 1- Par complexation des  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  pour repousser leur seuil de précipitation.
- 2- Par blocage de la croissance cristalline
- 3- Par effet dispersant de MES.

6- le dégazage thermique permet d'éliminer les gaz dissous ( $\text{O}_2$  et  $\text{HCO}_2$ )

responsable de la corrosion et de l'entartrage, on applique le dégazage à la fin du traitement de l'eau d'appoint pour s'assurer de l'absence de gaz dissous