

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

L'ANONYMAT
RESERVE A

Le candidat doit inscrire
ci-dessous son numéro de table

BACCALAUREAT :
Dominante : Code spécialité :
Épreuve : Durée :
Centre d'écrit Session :
NOM et Prénoms :
(en majuscules, suivi s'il y a lieu du nom d'épouse)
Date et lieu de Naissance :

Griffe du correcteur

BACCALAUREAT :
Dominante :
Épreuve :
Session : N° de sujet : Folio :

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

INDUSTRIES DE PROCEDES

Épreuve E 2 :

Etude et Conduite des Opérations Unitaires

CORRIGE

(Ce document est à remettre en fin d'épreuve)

Bac Pro	Spécialité : Industries de procédés	Durée : 4H00	Session Juin 2008
	Code Spécialité : 0806-IP T		
Épreuve : E 2 : Etude et Conduite des Opérations Unitaires		Coefficient : 3	Folio : 1/13
..... N° Sujet :			

Ne rien inscrire dans ce cadre

Texte du sujet :

Le sujet comporte 5 parties pouvant être traitées indépendamment.
Le sujet comporte 12 feuilles numérotées de 2/13 à 13/13.

Assurez-vous que cet exemplaire est complet.
S'il est incomplet, demandez un autre exemplaire au chef de salle.

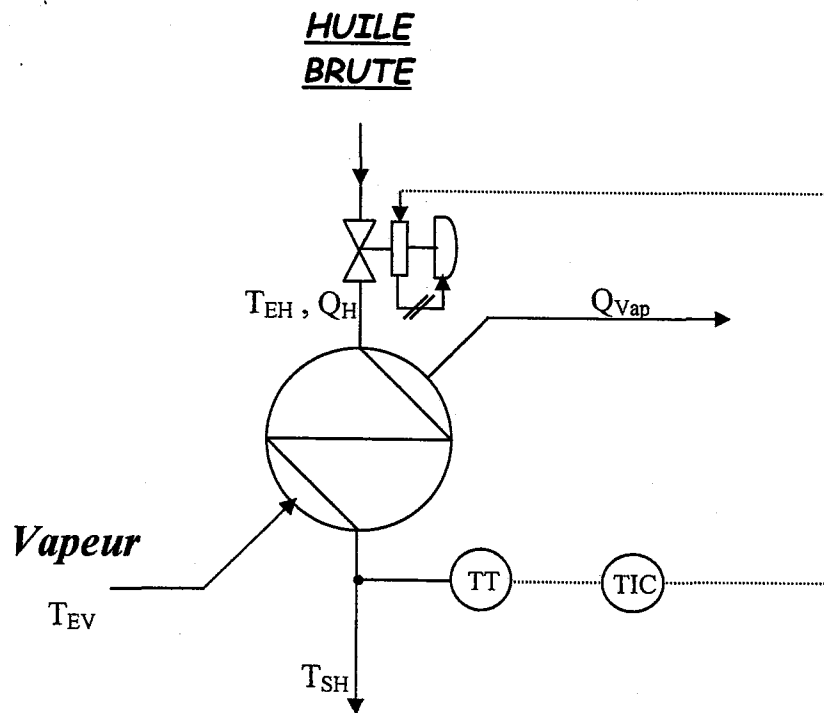
SOMMAIRE & BAREME

A- régulation	11 points
B- transfert de chaleur	12 points
C- mécanique des fluides	15 points
D- séparateur centrifuge	14 points
E- sécurité	08 points

Ne rien inscrire dans ce cadre

A- Régulation

Avant les étapes de conditionnement acide et de neutralisation, l'huile brute va être réchauffée au travers d'un échangeur à plaques jusque 85 °C avant d'être brassée en réacteur.



1/ Déterminer le sens d'action du régulateur, sachant que la vanne est du type FMA. Pour cela, compléter le tableau ci-dessous : **/ 2 pts**

<u>Hypothèse ou essai</u>	<u>Entrée du régulateur (mesure)</u>	<u>Sécurité de la vanne</u>	<u>Ouverture de la vanne</u>	<u>Sortie du régulateur</u>	<u>Signe ou sens d'action du régulateur</u>
T_{SH} baisse	↘	FMA	↘	↘	Direct +

Ne rien inscrire dans ce cadre

2/ Déterminer la nature : / 2 pts

- de la grandeur réglée : **Température de sortie de l'huile**
- de la grandeur réglante : **Débit d'huile**

3/ Prévoir la réaction de la boucle de régulation de température : (mettre des flèches dans les cases) / 3 pts

<i>Perturbation</i>	<i>Effet sur la g.réglée</i>	<i>Réaction de la g.réglante</i>	<i>Réaction de la g.réglée</i>
Baisse de la pression de vapeur	→	→	→
Baisse Température entrée de l'huile	→	→	→
Diminution du débit d'entrée d'huile	→	→	→

4/ Pour contrôler et mesurer la valeur de la température de sortie de l'huile brute, on utilise un capteur de température de type sonde Pt100. En exploitant le dossier ressources, relever la valeur de résistance qui serait relevée aux bornes de la sonde pour une température de 85 °C. Vérifier par le calcul. / 4 pts

- Valeur du tableau : $R(t) = 132,8 \Omega$ 2 pts

- Vérification par le calcul :

$$R_t = R_0 (1 + A.T + B.T^2)$$

$$R_t = 100 (1 + 3,91.10^{-3} \times 85 - 5,8.10^{-7} \times 85^2)$$

$$R_t = 132,8 \Omega$$

2pts

Ne rien inscrire dans ce cadre

B- Transfert de chaleur

Avant les étapes de conditionnement acide et de neutralisation, l'huile brute est réchauffée de 20 °C à 85 °C dans un échangeur à plaques par de la vapeur entrant à 110 °C. L'huile est réchauffée par conduction avec de la vapeur d'eau circulant à contre-courant.

- 1- Calculer la puissance thermique en kWatt absorbée par l'huile. / 3 pts

$$\begin{aligned}\Phi_{\text{absorbé}} &= Q_m \times C_p \times \Delta T & Q_m &= 13,8 \text{ t/h} = 13,8/3600 \times 1000 \\ \Phi_{\text{absorbé}} &= 3,83 \times 1,7 \times (85 - 20) & Q_m &= 3,83 \text{ kg/s} \\ \Phi_{\text{absorbé}} &= 423,2 \text{ KW} & & 1 \text{ pts} \\ & & & 2 \text{ pts}\end{aligned}$$

- 2- Connaissant le débit massique de vapeur d'eau, calculer la valeur des pertes thermiques et le rendement de l'échangeur. / 4 pts

$$\begin{aligned}\Phi_{\text{Cédé}} &= Q_{m_{\text{vapeur}}} \times L_c & Q_{m_{\text{vapeur}}} &= 1020 \text{ Kg/h} = 1020 / 3600 \\ \Phi_{\text{Cédé}} &= 0,28 \times 2245 & Q_m &= 0,28 \text{ kg/s} \\ \Phi_{\text{Cédé}} &= 630 \text{ KW} \\ & 1\text{pts} \\ \text{Pertes} &= 630 - 423,2 = 207,8 \text{ KW} \\ & 1\text{pts}\end{aligned}$$

$$\text{Rendement} = \Phi_{\text{absorbé}} / \Phi_{\text{Cédé}} \times 100 = 423,2 / 630 \times 100$$

$$\text{Rendement} = 67 \%$$

2 pts

- 3- Un filtre (de maille 5 mm) précède l'entrée de l'échangeur à plaques ; Quelle est son utilité ? / 2 pts

Le filtre protège l'échangeur et évite un encrassement prématuré.

Ne rien inscrire dans ce cadre

- 4- On constate qu'au fil du temps, le débit d'huile réchauffée diminue, alors que le débit de vapeur reste stable. Expliquer. / 3 pts

L'échangeur s'encrasse 2 pts
le coefficient global d'échange baisse ce qui explique la chute du débit d'huile pour une même puissance de chauffe 1pt

C- Mécanique des fluides

- 1- Calculer le nombre de Reynolds ; en déduire le régime d'écoulement. / 2 pts

$$U = Q_v / S = 4,2 \cdot 10^{-3} / 2,8 \cdot 10^{-3} \quad Q_v = 15 \text{ m}^3/\text{h} = 15 / 3600 = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$
$$U = 1,5 \text{ m/s} \quad S = 3,14 \times (0,06 / 2)^2 = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$Re = \rho \times U \times D / \eta$$
$$Re = 920 \times 1,5 \times 0,06 / 0,008$$
$$Re = 10\,350 \Rightarrow \text{Régime turbulent}$$

- 2- En déduire la valeur du coefficient de friction avec le diagramme de Moody.

$$\epsilon / D = 0,0012 / 6 = 2 \cdot 10^{-4} \quad / 2 \text{ pts}$$

$$f = 0,032$$

- 3- Déterminer la longueur équivalente des accidents du réseau hydraulique. / 2 pts

Filtre crépine : 60 mcliq
Robinet d'équerre à soupape : 10 mcliq
Clapet anti-retour : 8 mcliq
Robinet vanne ouvert à 75 % : 3 mcliq
Coude arrondi 90 rayon moyen : 2 mcliq x2

$$Leq_{\text{totale}} = 100 + 20 + 14 + 5 + 2 \times 2 = 85 \text{ mcliq}$$

Ne rien inscrire dans ce cadre

4- Calculer la perte de charge totale du réseau. / 2 pts

$$J_{1 \rightarrow 2} = f \times U^2 / 2g \times (L + L_{eq}) / D$$

$$J_{1 \rightarrow 2} = 0,032 \times 1,5^2 / (2 \times 9,81) \times (56 + 85) / 0,06$$

$$J_{1 \rightarrow 2} = 8,5 \text{ mcliq}$$

5- Déterminer avec le théorème de Bernoulli entre 1 et 2 la HMT de la pompe nécessaire à ce circuit (noter toutes les hypothèses permettant d'éliminer certains termes). / 3 pts

$$P_1 / \rho.g + Z_1 + U_1^2 / 2.g + HMT = P_2 / \rho.g + Z_2 + U_2^2 / 2.g + J_{1 \rightarrow 2}$$

$$U_1 = 0 \text{ car les niveaux sont maintenus constants}$$

$$HMT = (P_1 - P_2) / \rho.g + U_2^2 / 2.g + J_{1 \rightarrow 2} + (Z_2 - Z_1)$$

$$HMT = (250\,000 - 100\,000) / 920.9,81 + 1,5^2 / 2.9,81 + 8,5 + (36 - 12)$$

$$HMT = 49,2 \text{ mcliq}$$

Ne rien inscrire dans ce cadre

- 6- Quelle(s) pompe(s) est la mieux adaptée(s) au réseau étudié. Justifiez votre réponse. / 1 pt

Les pompes 2 et 3 conviennent. La 2 semble mieux adaptée aux besoins.

ee

- 7- Donner 2 raisons pour lesquelles la pompe ne risque pas d'être soumise à la cavitation. / 1 pt

La pompe est en charge.

La tension de vapeur de l'huile est quasi nulle.

- 8- Calculer la puissance hydraulique de la pompe. / 1 pt

$$P_h = Q_v \times \rho \times g \times HMT$$

$$P_h = 4,2 \cdot 10^{-3} \times 920 \times 9,81 \times 53$$

$$P_h = 2000 \text{ W}$$

- 9- Calculer la puissance électrique consommée par la pompe. / 1 pt

$$P_{elec} = 2000 / 0,45$$

$$P_{elec} = 4444 \text{ W}$$

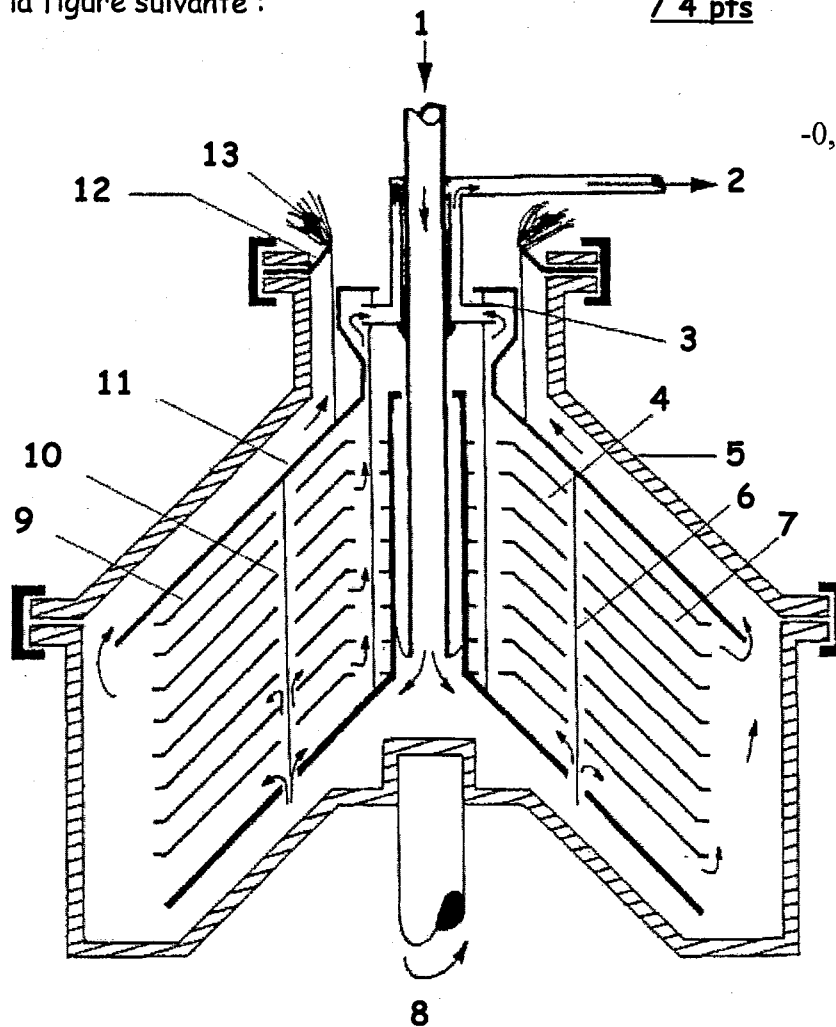
Ne rien inscrire dans ce cadre

D- Séparateur centrifuge

1- Annoter la figure suivante :

/ 4 pts

-0,5pt/erreur



7	Couche de liquide léger	4	Couche de liquide lourd
11	Assiette séparatrice	9	Assiette simple
10	Orifices des assiettes	2	Sortie du léger
1	Alimentation en émulsion	13	Sortie du lourd
12	Diaphragme	3	Turbine re foulante
8	Arbre de rotation	5	Bol
6	Interphase		

Ne rien inscrire dans ce cadre

2- Donner la fonction du diaphragme. / 2 pts

Séparer le léger du lourd sans les mélanger en sortie.

3- Calculer la valeur du nombre de g (Z) pour cette centrifugeuse. / 2 pts

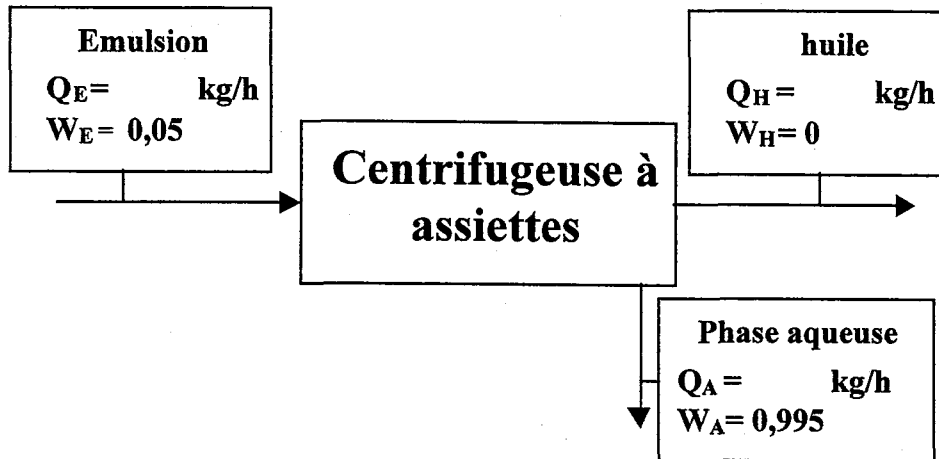
$$Z = r \times 4\pi^2 \times N^2 / g$$
$$Z = 0,3 \times 4\pi^2 \times (8000/60)^2 / 9,81$$
$$Z = 21463$$

4- Expliquer en quelques mots l'information donnée par le nombre de g (Z). / 2 pts

L'émulsion est soumise à une force 21 000 fois supérieure à l'attraction de la pesanteur.

Ne rien inscrire dans ce cadre

5- Compléter le bilan matière suivant (détailler les calculs).



Les titres correspondent à la teneur en eau.

/ 4 pts

$$Q_E = Q_H + Q_A$$

$$Q_E \times W_E = Q_H \times W_H + Q_A \times W_A$$

$$Q_E = 15,5 \text{ m}^3/\text{h} = 15,5 \times 940$$

$$Q_E = 14\,570 \text{ Kg/h}$$

$$14570 = Q_H + Q_A$$

$$14570 \times 0,05 = Q_H \times 0 + Q_A \times 0,995$$

1 pts

$$728,5 = 0,995 Q_A \Rightarrow Q_A = 732,2 \text{ Kg/h}$$

2 pts

$$Q_H = 14570 - 732,2 = 13837,8 \text{ Kg/h}$$

1 pts

Ne rien inscrire dans ce cadre

E- Etude de la sécurité

- 1- A l'aide de la fiche toxicologique de l'INRS concernant l'acide phosphorique, complétez la fiche atelier dont on vous a donné un canevas. On vous demande d'être à la fois précis et concis dans les réponses du tableau. / 4 pts



Les risques

Pour la santé	Pour l'incendie
Irritant pour la peau et les muqueuses pour les faibles concentrations. Provoque de graves lésions (brûlures) pour les solutions concentrées	Ininflammable, inexplusif Attention au dégagement de H ₂ inflammable au contact de métaux

La prévention

Stockage/pollution	Consignes individuelles	Pour l'incendie
Aciers inox recouvert d'un revêtement de protection. Le verre pour les faibles quantités	Tenue de sécurité : Gants, lunettes, chaussures, bleu, masque à cartouche anti-acide	Locaux frais et ventilés, aucune source de chaleur Pas de métaux pour le stockage, dégagement d'H ₂

Les premiers secours

Pour la santé	Pour l'incendie
En cas de contact avec la peau ou les yeux : rincer à grande eau, neutraliser puis consulter un spécialiste. En cas d'ingestion, pour les PH > 1,5 boire beaucoup. Pour les PH < 1,5 ne pas boire, ne pas vomir et hospitaliser le sujet	Poste d'eau à fort débit à proximité

Ne rien inscrire dans ce cadre

- 2- Certains produits chimiques comme les acides ou les bases ne sont ni inflammables ni explosibles. Pour autant ces produits peuvent être une source secondaire d'incendie s'ils sont stockés dans des récipients inadéquats (dégagement de gaz hydrogène par exemple). On définit le risque d'inflammabilité ou d'explosivité des gaz ou des vapeurs par deux limites (inférieure et supérieure) d'explosivité LIE et LSE qui représentent les concentrations en pourcentage volumique de ces gaz ou vapeurs dans l'air.

Un composé ayant une concentration dans l'air inférieure à sa LSE peut-il s'enflammer (ou exploser) ? Expliquez ? /2 pts

Oui mais uniquement si la valeur est aussi supérieure à la LIE

Un composé ayant une concentration dans l'air supérieure à sa LIE peut-il s'enflammer (ou exploser) ? Expliquez ? /2 pts

Oui mais uniquement si la valeur est aussi inférieure à la LSE