

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.

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
INDUSTRIE DES PROCÉDES
Session 2006

**ÉPREUVE E2 : Etude et conduite des
opérations unitaires**

CORRECTION

Durée : 4h

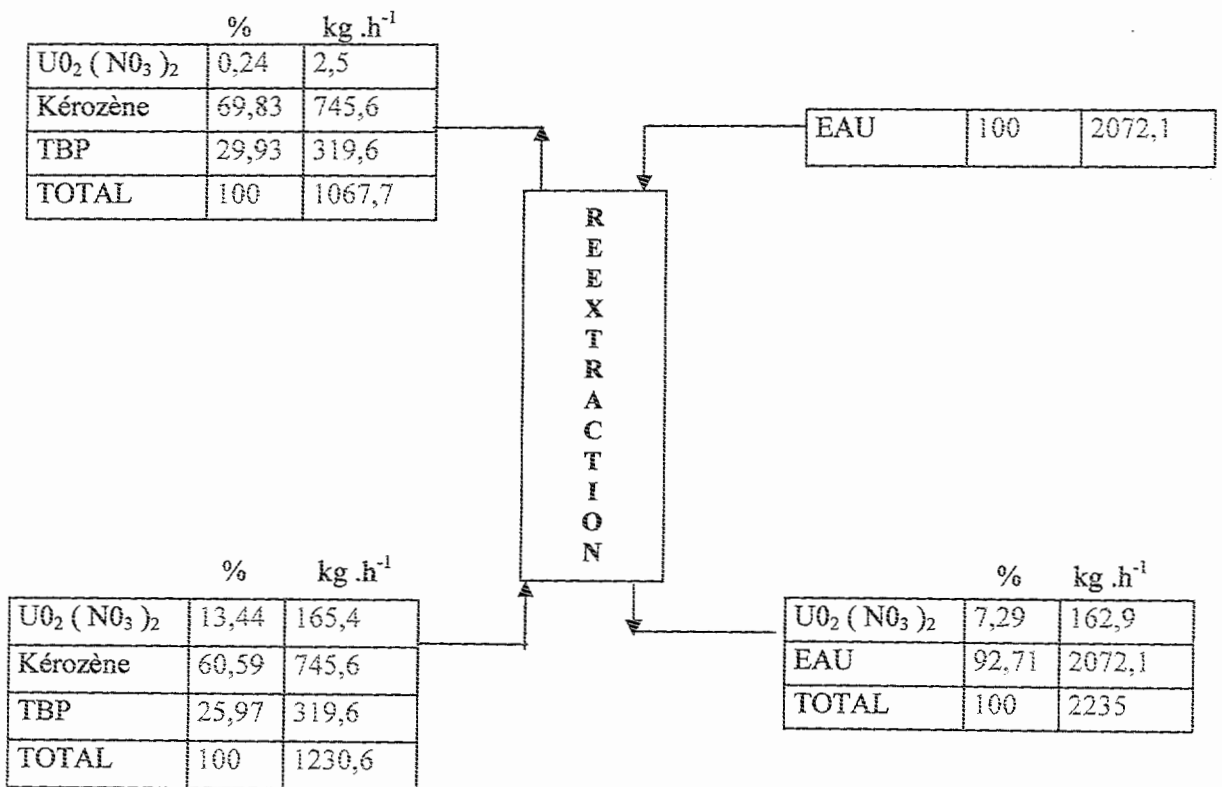
Coef :3

SOMMAIRE

Réextraction du nitrate d'uranyle (12/60)	3-5
Conduite de l'extraction (10/60)	6-7
Bilan thermique de l'évaporateur (10/60)	8
Dynamique des fluides (12/60)	9
Sécurité (6/60)	10
Automatisme (10/60)	11

EXTRACTION DU NITRATE D'URANYLE (12/60) (dossier ressource page 3)

- 1) Déterminer les quantités massiques de chaque matière dans le courant d'alimentation.
- 2) Compléter le tableau du bilan matière.
- 3) Détermination du nombre de plateaux.
 - a) Déterminer les coordonnées des points extrêmes haut (H) et bas (B) en fonction des titres en phase aqueuse et en phase organique.
 - b) Placer ses points sur le graphique de la page 5 et déterminer le nombre de plateaux théoriques.
 - c) Quel est la HEPT si la colonne mesure 4m.



DETAIL DES CALCULS

L'alimentation A = 1230,6 kg.h⁻¹

Débit massique de UO₂ (NO₃)₂ = 1,333*315*0,394 = 165,4 kg.h⁻¹

Débit massique de diluant = 1230,6 -165,4 = 1065,2 kg.h⁻¹

Débit massique de TBP = 0,3*1065,2 = 319,6 kg.h⁻¹

Débit massique de kérozène = 0,7*1065,2 = 745,6 kg.h⁻¹

3 pts

L'extrait E = 2235 kg.h⁻¹

Débit massique de UO₂ (NO₃)₂ = 2,067*200*0,394 = 162,9 kg.h⁻¹

Débit massique d'eau = 2235-162,9 = 2072,1 kg.h⁻¹

1pts

DETAIL DES CALCULS (suite)

Le Solvant S

$$\text{Débit massique d'eau} = 2072,1 \text{ kg.h}^{-1}$$

$$\text{Le Raffinat R} = 2072,1 + 1230,6 - 2235 = 1067,7 \text{ kg.h}^{-1}$$

$$\text{Débit massique de } \text{UO}_2 (\text{NO}_3)_2 = 165,4 - 162,9 = 2,5 \text{ kg.h}^{-1}$$

$$\text{Débit massique de TBP} = 319,6 \text{ kg.h}^{-1}$$

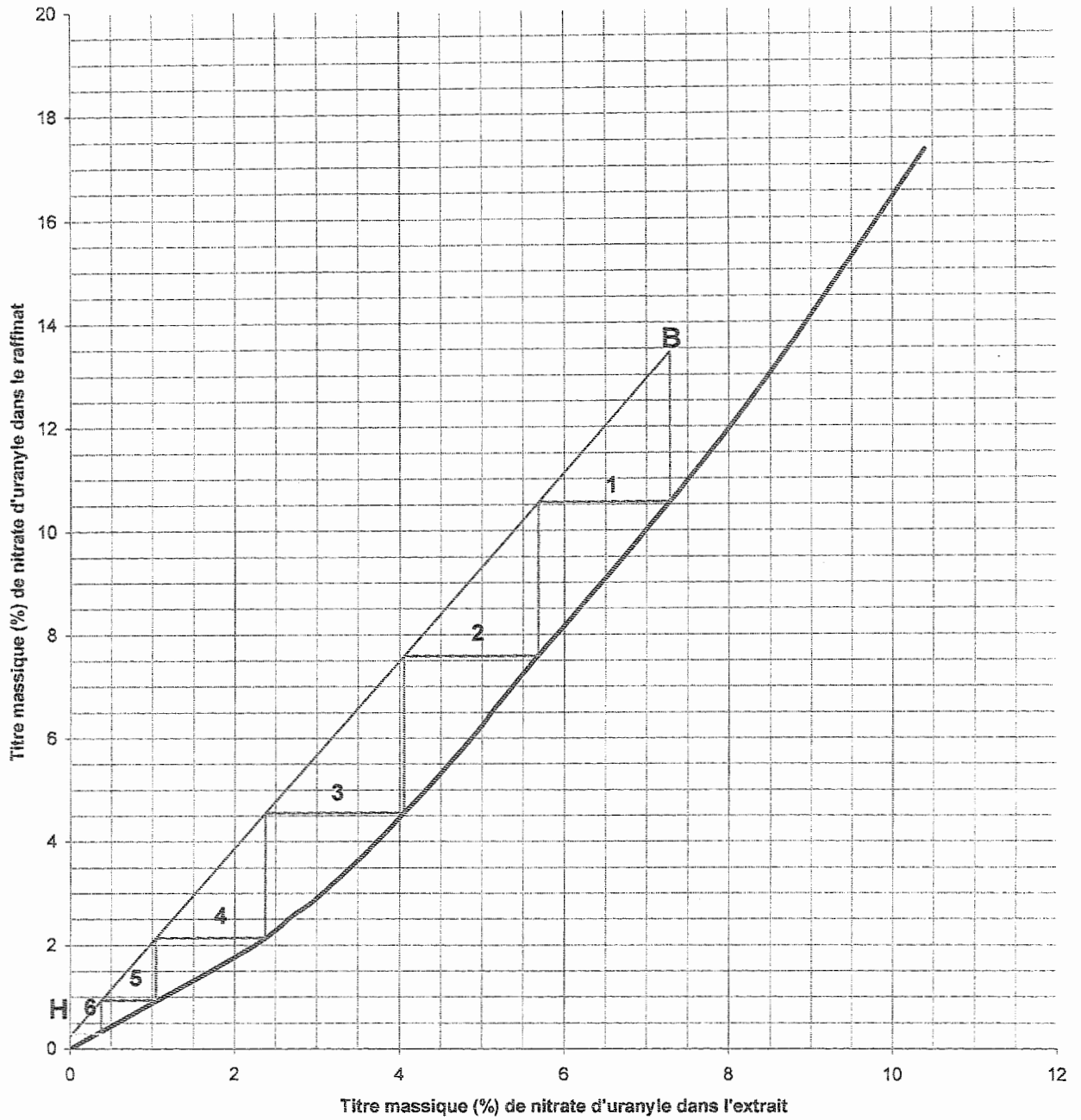
$$\text{Débit massique de kérozène} = 745,6 \text{ kg.h}^{-1}$$

2pts

Les titres de A, E, S et R sont écrits directement dans le tableau de résultats

1pts

EXTRACTION DU NITRATE D'URANYLE
(A rendre avec la copie)



REPONSES

H(0;0,23) B(7,29 ;13,44)

2pts

nombre de plateaux=.....6 plateaux (+ le tracé)

2pts

HEPT=.....4/6 = 0,667 m

1pts

(A rendre avec la copie)

II CONDUITE DE L'EXTRACTION(10/60)

- 1) La colonne d'extraction est équipée d'un système de régulation
- Remplir le tableau en page 7 et représenter les boucles de régulations correspondantes.
 - Si la vanne d'alimentation est ouverte à 38%, quel est la valeur du signal de sortie en mA du régulateur.

Le signal a pour valeur : $S = 0,38 \cdot (20-4) + 4 = 10,08 \text{ mA}$

2pts

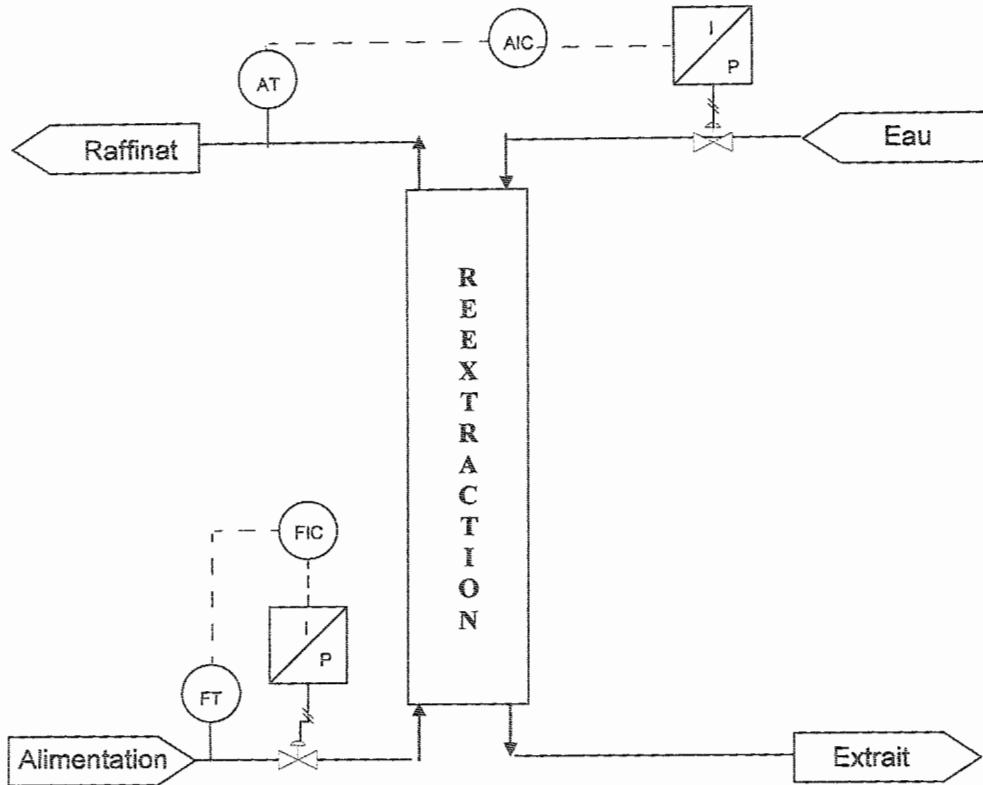
- c) A un instant donné, la température de l'eau diminue. Comment le titre du raffinat évoluera t'il ? Proposer une solution de conduite pour revenir à une valeur normale.

Si la température de l'eau diminue, l'extraction est moins efficace. Par conséquent, le titre du raffinat augmente.

Solution : il faut augmenter le débit d'eau.

2pts

Conduite de l'extraction



2 boucles 3pts

Grandeur réglée	Grandeur réglante	Type de vanne	signal	Sens d'action
Débit d'alimentation	Débit d'alimentation	FMA	↘	Inverse
Titre du raffinat en $UO_2(NO_3)_2$	Débit d'eau	OMA	↗	Inverse

9 réponses 3pts

III BILAN THERMIQUE DE L'EVAPORATION (10/60) (dossier ressource page 5)

- 1) Calculer le débit massique de vapeur d'eau produite par l'évaporation et le débit de solution concentrée.

$$Ax_A = Cx_C$$

$$A = V + C$$

$$\text{D'où } C = (830 \cdot 0,1928) / 0,5926 = 270 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$\text{Et } V = 830 - 270 = 560 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

2pts

- 2) Calculer les enthalpies H_A de l'alimentation, H_C de la solution concentrée et H_V de l'eau produite par l'évaporation.

$$H_A = 830 \cdot 220 = 182600 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$H_C = 270 \cdot 159 = 42930 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$H_V = 560 \cdot 2609,9 = 1461544 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1}$$

3pts

- 3) En déduire l'énergie à fournir pour effectuer l'évaporation

$$\Phi = H_C + H_V - H_A = 1321874 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1}$$

2pts

- 4) En utilisant le tableau du dossier ressource, calculer le débit massique de la vapeur saturée de chauffage (7 bar) nécessaire en considérant un rendement thermique de 80%.

$$\Phi_{\text{vapeur}} = (1321874 / 0,8) = 1\,652\,342,5 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$L_V = 2762 - 697,06 = 2064,94 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$Q_{\text{vapeur}} = 1652342 / 2064,94 = 800 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

3pts

IV DYNAMIQUE DES FLUIDES (12/60) (dossier ressource pages 6-7)

ETUDE DE LA POMPE DE RELEVEMENT DU TBP + KEROSENE DANS LA COLONNE D'EXTRACTION

L'alimentation de la colonne se fait à son pied par un débit de solvant de $1,263 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ à l'aide d'une pompe centrifuge.

1) Déterminer le nombre de Reynolds

Il faut d'abord déterminer la vitesse d'écoulement du fluide.

$$u = \frac{Q_v}{S} = \frac{1,263 \times 4}{3600 \times \pi \times (19 \cdot 10^{-3})^2} = 1,237 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Re} = \frac{845 \times 1,237 \times 19 \cdot 10^{-3}}{1,323 \cdot 10^{-3}} = 15016$$

3pts

2) En déduire le type d'écoulement

Le régime est turbulent (cf diagramme de Moody)

1pts

3) Calculer la hauteur manométrique de la pompe à l'aspiration (H.M.A.):

$$\text{HMA} = 0,8 \cdot 10^5 / (845 \cdot 9,81) = 9,65 \text{ m}$$

1pts

4) Calculer la hauteur manométrique de la pompe à l'aspiration (H.M.R.):

D'après Moody $f=0,03$

$$\varepsilon/D = 1,9 \cdot 10^{-5} / 19 \cdot 10^{-3} = 10^{-3}$$

$$J_T = \frac{0,03 \times 3,5 \times 1,237^2}{2 \times 19 \cdot 10^{-3} \times 9,81} + 0,32 = 0,751 \text{ m}$$

3pts

$$\text{HMR} = 1,2 \cdot 10^5 / (845 \cdot 9,81) + 3 + 1,237^2 / (2 \cdot 9,81) + 0,751 = 18,305 \text{ m}$$

1pts

5) Calculer la hauteur manométrique totale de la pompe (H.M.T.):

$$\text{HMT} = 18,305 - 9,65 = 8,655 \text{ m}$$

1pts

6) Calculer la puissance utile par la pompe P_u

$$P_u = (1,263/3600) \cdot 845 \cdot 9,81 \cdot 8,655 = 25,2 \text{ W}$$

1pts

7) Calculer la puissance absorbée de la pompe P_{abs}

$$P_{abs} = 25,2 / 0,65 = 38,72 \text{ W}$$

1pts

V SECURITE ET ENVIRONNEMENT(6/60)

Lors de sa tournée d'inspection de l'unité de filtration, l'opérateur aperçoit un dépôt jaune autour d'une bride.

- 1) Identifier le produit concerné.

C'est le nitrate d'uranyle.

2pts

- 2) Décrivez **avec précision** la démarche sécurité que cet opérateur doit suivre. La réponse sera justifiée par des arguments détaillés.

En premier lieu, il faut passer l'alerte.
Il faut ensuite isoler la zone et la baliser.

Le produit est cancérigène et explosif.

2pts

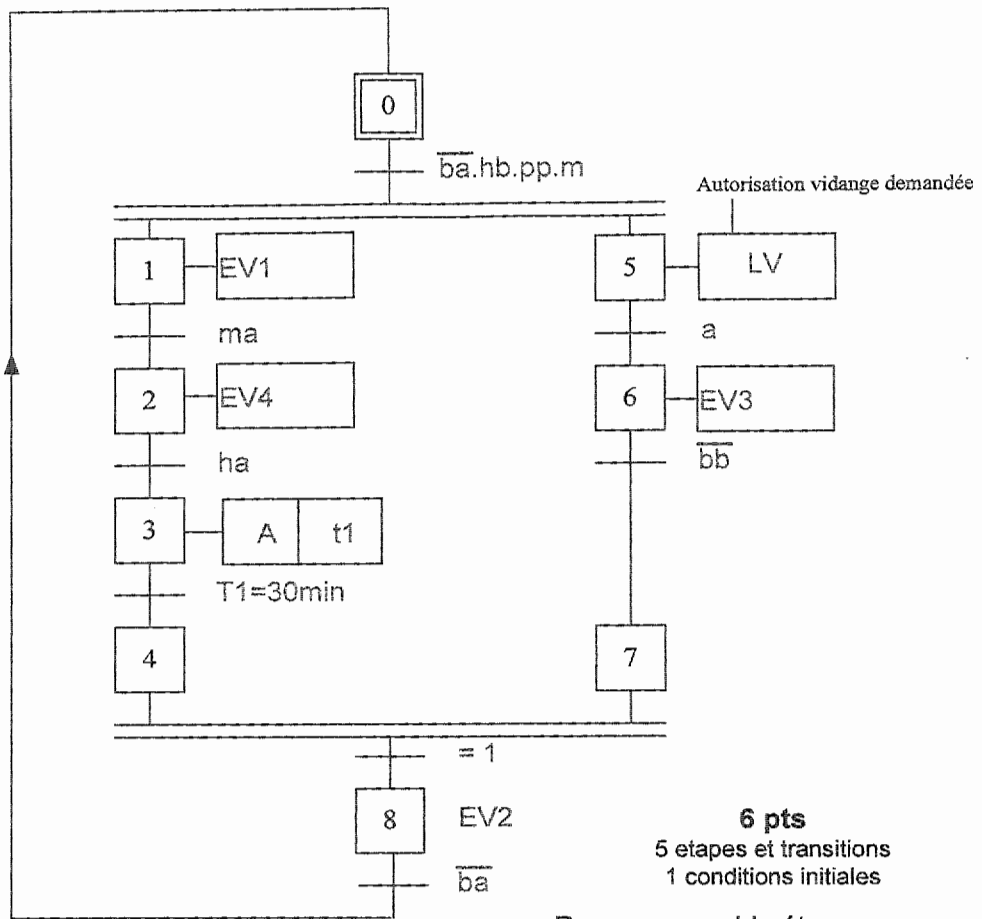
- 3) Dans quel domaine parle t on de la norme ISO14001

C'est une norme relative à l'environnement.

2pts

AUTOMATISME (10/60) (voir dossier ressource pages 9-10-11)

A l'aide de l'ensemble des documents fournis, compléter le Grafcet de niveau 2.



6 pts
5 étapes et transitions
1 conditions initiales

Rq: un ensemble étape transition doit fonctionner dans son ensemble pour donner les points

Questions de compréhension :

- Donner la signification de la condition de transition « =1 ».

Si les étapes 4 et 7 sont actives alors la transition passe automatiquement (attente de synchronisation)

1.5 pts

=1 signifie « toujours vrai »

- Compléter le tableau suivant :

exemple →

(2.5 pts)

Étape	Repère	Nom du composant
1 → 2	ma	Capteur de niveau
3 → 4	30s/t1	Tempo
5 → 6	a	Bouton validation
8 → 0	ba	Capteur de niveau