

# 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.**

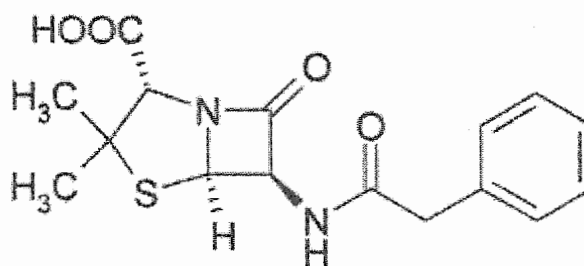
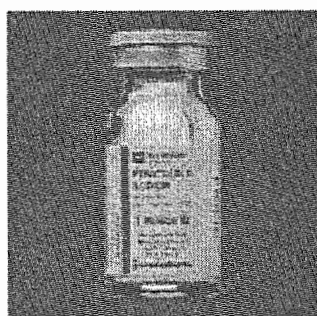
BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

INDUSTRIE DES PROCEDES

EPREUVE E1-A1 : ETUDE  
D'UN PROCEDE INDUSTRIEL

DUREE DE L'EPREUVE : 3 heures

COEFFICIENT : 3



Pénicilline G : C<sub>16</sub>H<sub>18</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>S

CORRIGE

Document à rendre :

dossier travail complet et agrafé,  
pas d'écriture au crayon à papier.

# DOSSIER TRAVAIL

## *Barème*

### 1. Extraction à contre-courant. (20 pts)

1.1. Complétez le tableau de composition des phases : (4,5 pts)

1.2. Etude des décanteurs centrifuges (9,5 pts)

1.3. Conduite des décanteurs centrifuges (6 pts)

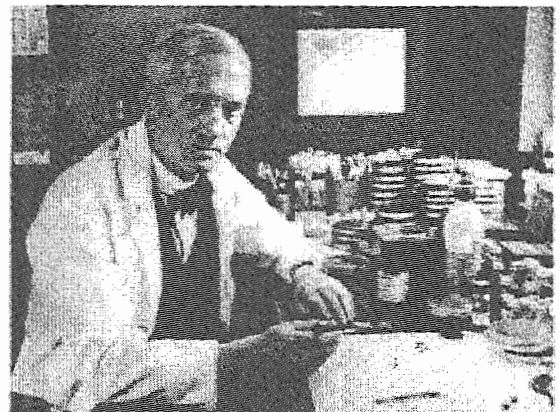
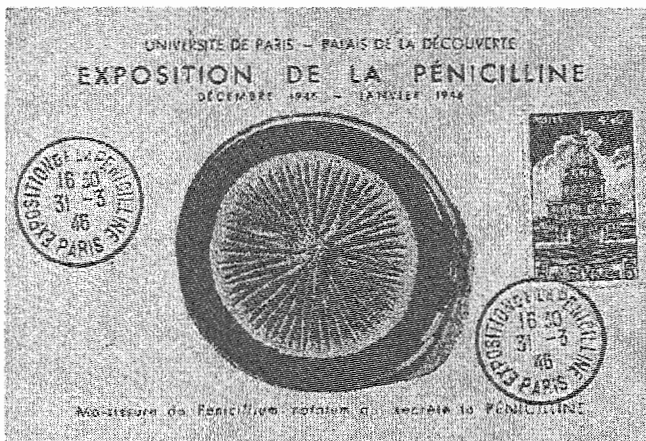
### 2. Schéma de principe. (20 pts)

### 3. Bilan matière (12 pts)

### 4. Bilan thermique (8 pts)

### 5. Régulation (10 pts)

### 6. Sécurité (10 pts)

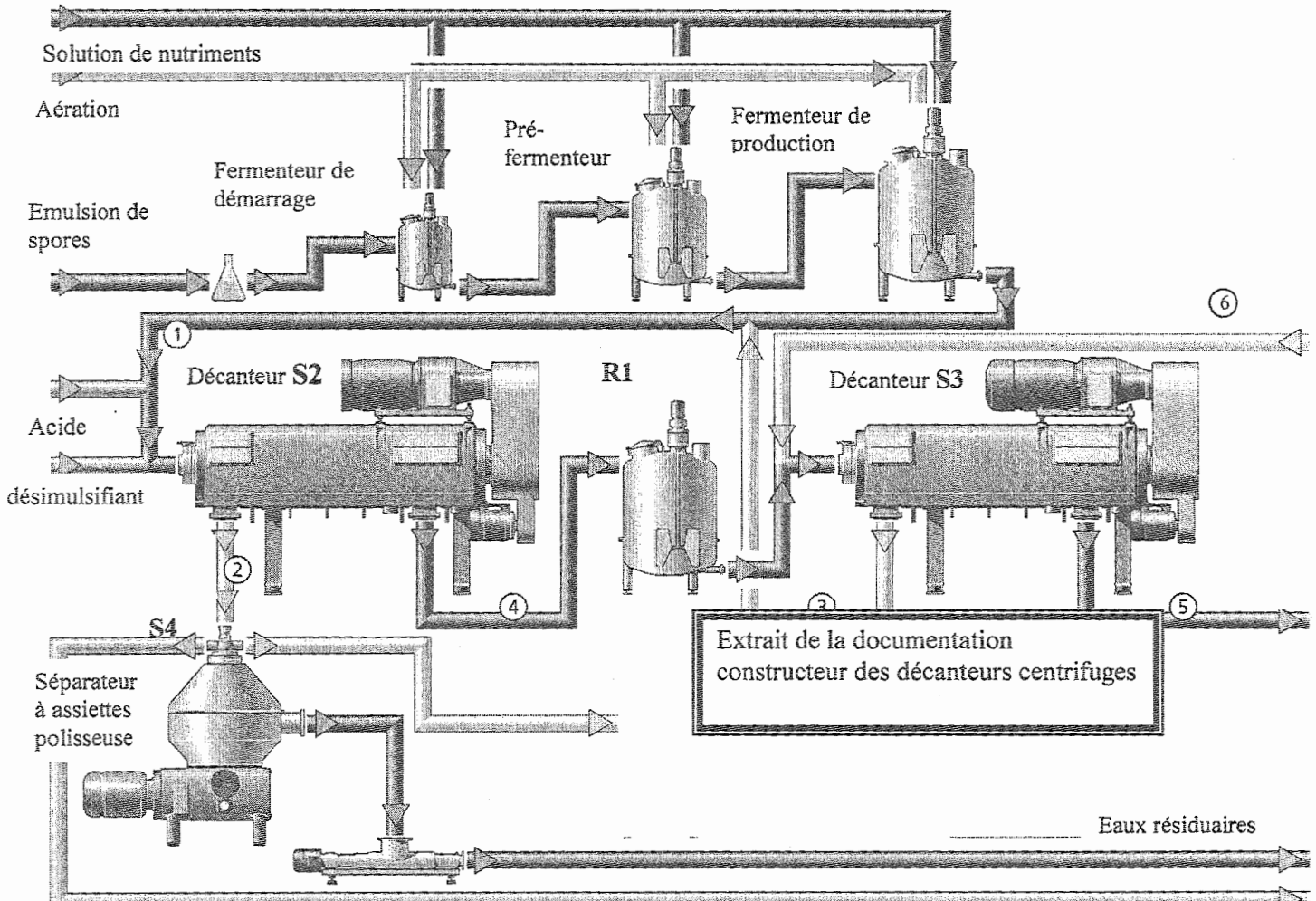


Alexander Flemming

# Etude qualitative.

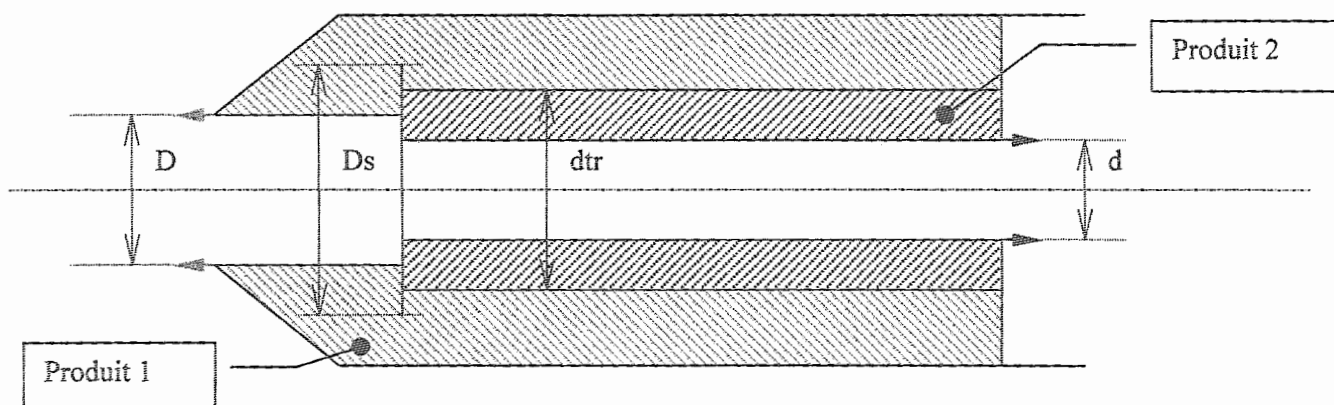
## 1. Extraction à contre-courant. (20 pts)

### 1.1. Compléter par des croix le tableau suivant : (4,5 pts)



ligne	Dénomination	Eau	Spores	Solvant	Pas de pénicilline	Peu de pénicilline	Beaucoup de pénicilline
1	Moût	X	X				X
2	Solvant riche			X			X
3	Solvant enrichi			X		X	
4	Moût appauvri	X	X			X	
5	Moût épuisé	X	X		X		
6	Solvant neuf			X	X		

## 1.2. Etude des décanteurs centrifuge (9,5 pts)



Les diamètres  $D$  et  $D_s$  ne peuvent être changés sur la machine, contrairement au diamètre  $d$ . Le diamètre  $d_{tr}$  représente l'interphase entre les produits 1 et 2.

La relation liant tous ces diamètres est la suivante :

$$d_{tr} = \sqrt{\frac{\rho_{Lourd} \times D^2 - \rho_{léger} \times d^2}{\rho_{Lourd} - \rho_{léger}}}$$

Avec :

- $\Rightarrow d_{tr}$  : diamètre où se situe l'interphase entre la phase lourde et la légère
- $\Rightarrow \rho_{Lourd}$  : masse volumique de la phase lourde ( $d_{moût} = 1,05$ )
- $\rho_{léger}$  : masse volumique de la phase légère
- $\Rightarrow D$  : 125 mm
- $\Rightarrow d$  : diaphragmes interchangeable (100 mm, 105 mm, 110 mm, 115 mm, 117 mm, 120 mm et 125 mm)
- $\Rightarrow D_s$  : 202 mm

a) Donnez le nom du produit 1 et du produit 2 (moût - acétate d'éthyle), justifier votre réponse. (3 pts)

Produit 1 : moût      produit 2 : acétate d'éthyle

Le produit le plus dense est situé à l'extérieur du bol, le plus léger à l'intérieur  
( $\rho_{moût} = 1050 \text{ kg/m}^3$  et  $\rho_{acétate \text{ d'éthyle}} = 901 \text{ kg/m}^3$ )

Pour un bon fonctionnement il faut que l'interphase soit située au milieu de  $D_s$  et  $d$ .

b) Pourquoi ? (2 pt)

L'interphase doit être située au milieu de  $D_s$  et  $d$  pour une séparation optimale des deux phases :

- $\Rightarrow$  pas de traces de solvant riche dans le moût épuisé (synonyme de perte de rendement)
- $\Rightarrow$  pas de traces de moût épuisé dans le solvant riche (synonyme de produit souillé)

c) Complétez le tableau ci-dessous. (3,5 pts)  
 0,35 pt colonne      0,35 pt colonne

Diaphragme (d)	D	Ds	dtr	(Ds + d) / 2
100	125	202	223	151
105	125	202	208	153,5
110	125	202	192	156
115	125	202	174	158,5
117	125	202	165	159,5
120	125	202	152	161
125	125	202	125	163,5

d) Indiquez le diaphragme que vous monterez sur la machine, justifiez (1 pts)

Le diaphragme qui permet le réglage au plus près de l'optimum (dtr entre Ds et d) est le 117.

### 1.3. Conduite des décanteurs centrifuges (6 pts)

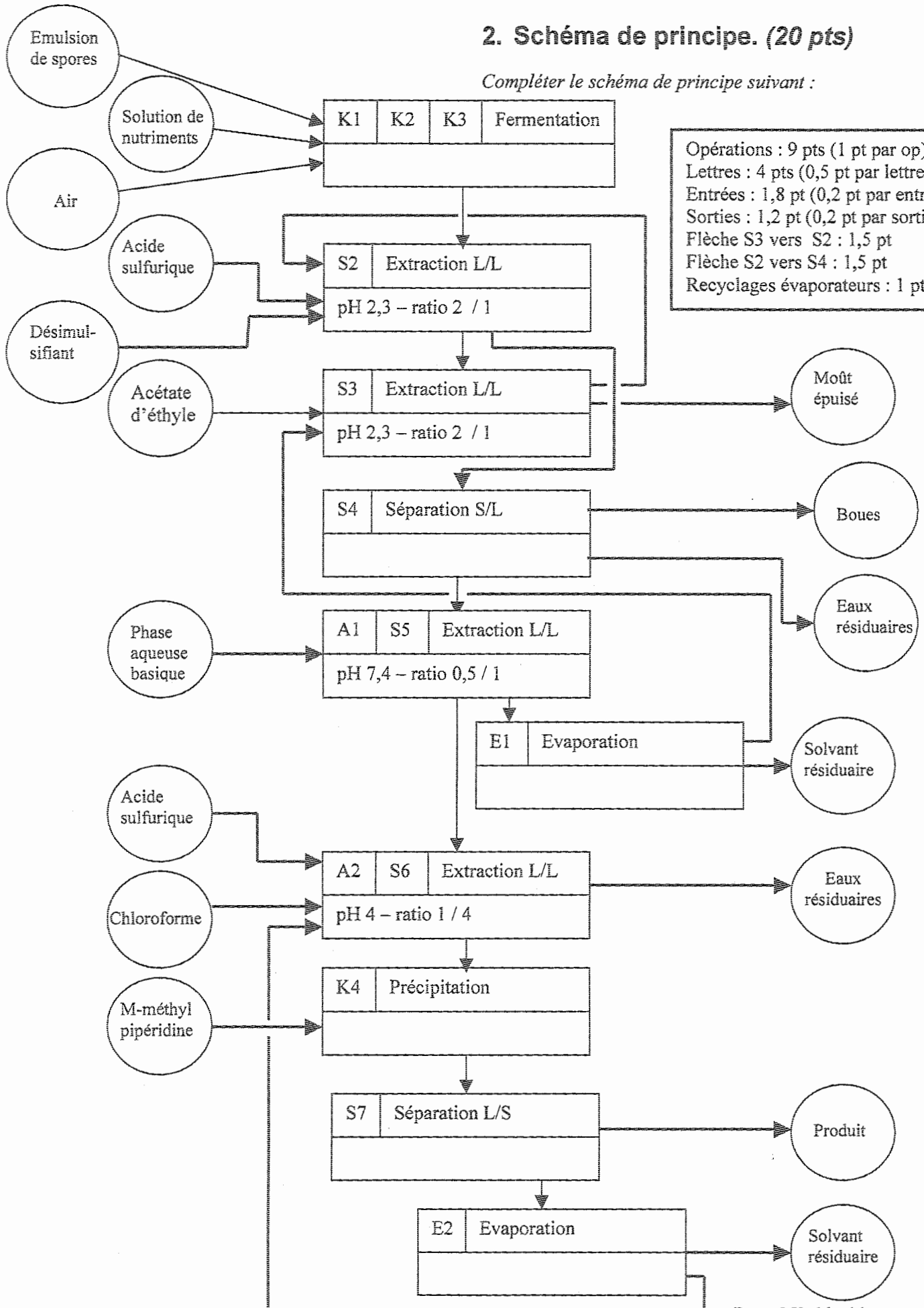
Donner votre réaction face à une dérive du procédé en l'indiquant par  $\uparrow$  ou  $\downarrow$  ou = dans la bonne case :

	Débit de solvant	d
Présence de solvant riche dans le moût épuisé	$\downarrow$	$\uparrow$
Baisse du rendement d'extraction	$\uparrow$	=
Baisse du débit de moût	$\downarrow$	=
Apparition de solides et d'eau dans le solvant riche	=	$\downarrow$

## 2. Schéma de principe. (20 pts)

Compléter le schéma de principe suivant :

Opérations : 9 pts (1 pt par op)  
 Lettres : 4 pts (0,5 pt par lettre)  
 Entrées : 1,8 pt (0,2 pt par entrées)  
 Sorties : 1,2 pt (0,2 pt par sortie)  
 Flèche S3 vers S2 : 1,5 pt  
 Flèche S2 vers S4 : 1,5 pt  
 Recyclages évaporateurs : 1 pt



Solvant neuf	$Q_m$ (kg/h)	w	1 pt
eau	0	0	
Chloroforme	300	1	
pénicilline	0	0	
total	300	0	

Phase aqueuse acide	$Q_m$ (kg/h)	w	2 pts
eau	1200	0,9894	
Chloroforme	0	0	
pénicilline	12.856	0,0100	
total	1212.856	1	

Phase solvant riche	$Q_m$ (kg/h)	w	3.5 pts
eau	6.817	0,030	
Chloroforme	208.07	0.9157	
pénicilline	12.342	0,0543	
total	227.229	1	

Phase aqueuse épuisée	$Q_m$ (kg/h)	w	$Q_n$ (mol/h)	x	5.5 pts
eau	1193.18	0.9281	66288	0.9885	
Chloroforme	91.93	0.0715	769.3	0.01147	
pénicilline	0.514	0.0004	1.5	0,00003	
total	1285.63	1	67058.8	1	

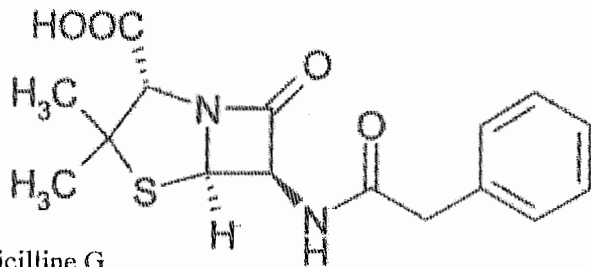
## Etude quantitative

### 3. Bilan matière sur A2/S6 (12 pts)

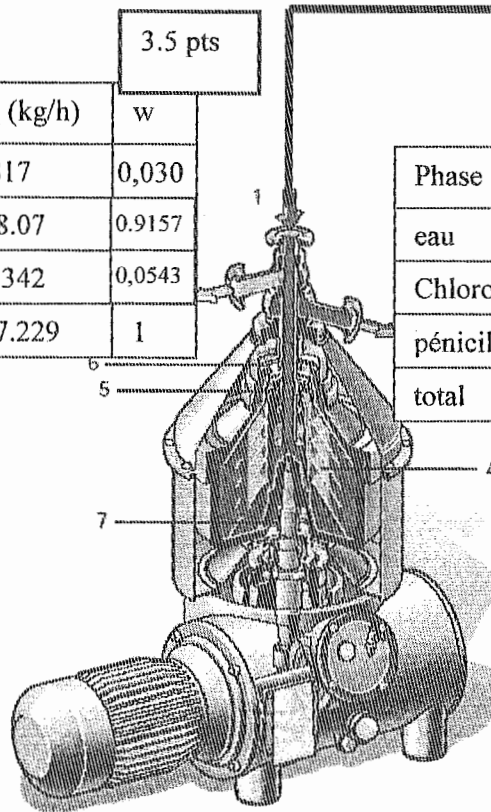
Le rendement massique d'extraction est de 96%.

Le titre massique en pénicilline de la phase épuisée est de 0,0004

On négligera l'ajout d'acide sulfurique



Pénicilline G



#### Masses molaires :

Carbone : 12 g/mol  
 Oxygène : 16 g/mol  
 Hydrogène : 1 g/mol  
 Soufre : 32 g/mol  
 Azote : 14 g/mol  
 Chloroforme : 119,5 g/mol

w : titre ou fraction massique.

n : titre ou fraction molaire

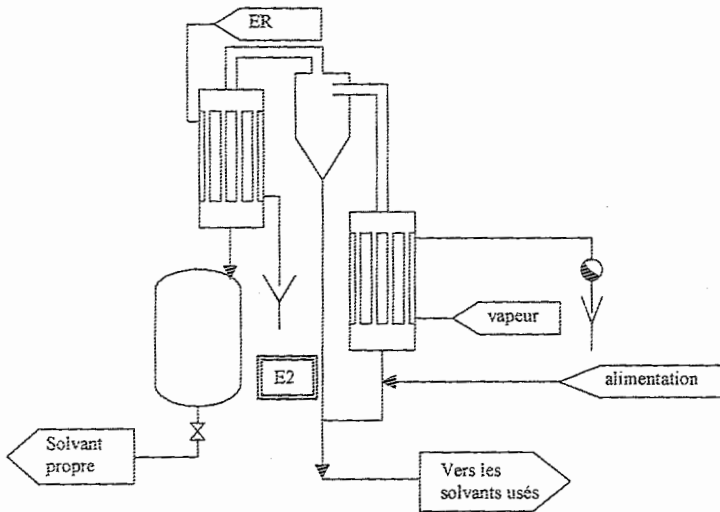


#### 4. Bilan thermique (8 pts)

L'installation suivante doit traiter 115 L/h de chloroforme (température d'entrée: 20°C) à pression atmosphérique. La totalité du chloroforme est amenée à température d'ébullition, 100 L/h sont évaporés. Le chloroforme condensé est amené à une température de 50°C.

Le bouilleur est chauffé avec une vapeur atelier à 2,5 bars relatifs, et a un rendement de 80%. On considérera que les condensats sortent à une température de 80°C.

L'eau de refroidissement entre à une température de 12°C. La consigne de conduite donnée est une température de sortie de 30°C.



- 1) Calculez le flux de chaleur nécessaire pour le réchauffement de la totalité du chloroforme et pour l'évaporation des 100 L/h.
- 2) En déduire le débit horaire de vapeur.
- 3) Calculez le débit horaire d'eau de refroidissement pour avoir une température de sortie de cette eau de 30°C (le rendement du condenseur sera pris à 100%).

Détaillez les calculs

5.

1. Flux de chaleur nécessaire au réchauffement et à l'évaporation du chloroforme :  

$$\phi_{\text{reçu}} = 115 \cdot 1.486 \cdot 0.978 \cdot (61.3 - 20) + 100 \cdot 1.486 \cdot 246 = + 43458 \text{ kJ/h}$$

2 pts
2. Flux donné par la vapeur  

$$\phi_{\text{donné}} = (-43458) / 0.8 = -54322.5 \text{ kJ/h}$$

3 pts

Débit de vapeur de chauffe

$$\phi_{\text{donné}} = q_v \cdot (-L_v) + q_v \cdot C_p \cdot (T_{\text{sortie}} - T_{\text{entrée}})$$

$$-54322.5 = q_v \cdot (-2135) + q_v \cdot 4.18 \cdot (80 - 138) \text{ soit } q_v = 22.85 \text{ kg/h}$$
3. Flux de chaleur donné par le chloroforme dans le condenseur  

$$\phi_{\text{donné}} = 100 \cdot 1.486 \cdot (-246) + 100 \cdot 1.486 \cdot 0.978 \cdot (50 - 61.3) = - 38197.9 \text{ kJ/h}$$

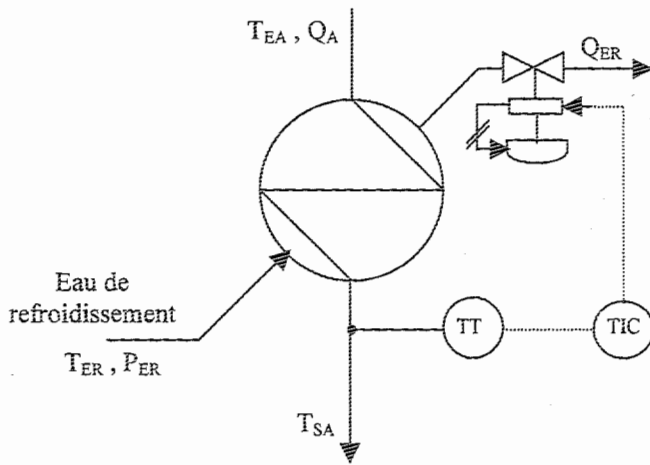
3 pts

Débit d'eau de refroidissement

$$\phi_{\text{reçu}} = Q_{\text{er}} \cdot 4.18 \cdot (30 - 12) \text{ soit } Q_{\text{er}} = 507.7 \text{ kg/h}$$

## Régulation (10 pts)

Nous étudierons ici le condenseur-refroidisseur de l'évaporateur 2.



Donner la signification des termes :

TT : transmetteur de température  
TIC : régulateur indicateur de température

Donner la nature des signaux :

..... Electrique

// pneumatique

2 pts

Complétez les tableaux suivant :

⇒ Complétez par les désignations :

2.5 pts

Grandeur réglée	Grandeur réglante	Grandeurs perturbatrices	Organe de commande	Type de vanne (OMA – FMA)
T° Sortie chloroforme	Débit eau refroidissement	Pression et T° ER T° entrée chloroforme	Vanne de régulation débit ER	OMA

⇒ Complétez les tendances : ( ▲ ▼ = )

Grandeur réglée	Grandeur réglante	Type de vanne (OMA – FMA)	Signal de commande	Sens du régulateur (direct – inverse)
▲	▲	OMA	▼	inverse

2,5 pts








⇒ Complétez les tendances : ( ▲ ▼ = )

3 pts

Perturbation	Effet sur la grandeur réglée	Réaction corrective	Sens du régulateur (direct inverse)	Signal de commande en sortie du régulateur	Type de vanne OMA FMA	Action corrective sur la vanne	Réaction de la grandeur réglante	Réaction de la grandeur réglée
Augmentation de la température de l'eau de refroidissement	▲	Réaction corrective	inverse	▼	OMA	▲	▲	▼
Diminution du débit d'entrée du liquide A	▼		inverse	▲	OMA	▼	▼	▲
Augmentation de la pression réseau d'eau de refroidissement	▼		inverse	▲	OMA	▼	▼	▲

## 6. Sécurité (10 pts)

L'évaporateur E<sub>1</sub> traite un mélange d'eau, de pénicilline et d'acétate d'éthyle. Principalement à partir de la fiche sécurité de l'acétate d'éthyle (puisque l'eau et la pénicilline ne présentent aucun danger potentiel) établissez une fiche de sécurité atelier simplifiée (sur le modèle ci-dessous) :

Alimentation de l'échangeur E <sub>2</sub>		
<b>Risque chimique</b>		
Produit 1 : eau Produit 2 : pénicilline Produit 3 : acétate d'éthyle		1 pt
Symboles de sécurité :  	Panneaux de signalisation :     	2 pts
<b>Identification des risques (phrases R)</b>		
R11 : facilement inflammable R36 : irritant pour les yeux R66 : l'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau R67 : l'inhalation des vapeurs peut provoquer somnolences et vertiges		1.5 pt
<b>Précautions d'emploi (phrases S)</b>		
S16 : conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles, ne pas fumer S26 en cas de contact avec les yeux laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un médecin S33 : éviter l'accumulation de charges électrostatiques		1.5 pt
<b>Mesures de prévention</b>		
Entreposer des quantités ne dépassant pas celles nécessaires au travail d'une journée Eviter l'inhalation des vapeurs Prévoir une aspiration des vapeurs. Eviter le contact du produit avec la peau et les yeux Interdire l'emploi d'air ou d'oxygène pour effectuer les transvasements		2 pts
<b>Mesures de premiers secours</b>		
En cas de projection cutanée, laver immédiatement et abondamment à l'eau pendant 15 minutes En cas de projection oculaire laver immédiatement et abondamment à l'eau paupières écartées pendant 15 minutes. En cas d'inhalation massive, sortir la victime et la placer sur le dos. <u>Prévenir les secours.</u>		2 pts

Vous devez aussi évaluer le risque potentiel de ce poste de travail (évaporateur E1) :

- ⇒ Faible : le poste peut fonctionner en l'état
- ⇒ Moyenne : le poste peut fonctionner avec des mesures de protection individuelles supérieures, et en mettant en place une action de modification de l'installation
- ⇒ Forte : mesures correctives immédiates

Vous disposez d'une enquête sur le fonctionnement du poste et du document de l'INRS.

Enquête sur le poste :

Les opérateurs viennent sur le poste tous les jours, de façon intermittente (environ 1 heure par jour), pour effectuer des relevés et des prélèvements. L'alimentation est environ de 220 kg/jour et est composée à 91% massique d'acétate d'éthyle)

1) Donnez la classe de danger (tableau II), justifiez :

**Classe de danger 2 : produit irritant phrase R36.**

2 pts

2) Donnez la classe de quantité sachant que le mélange présente les caractéristiques suivantes ( $Q_i$  (acétate d'éthyle) /  $Q_{max}$  (alimentation) = 91,5%), justifiez :

**Classe de quantité 5 :  $Q_i / Q_{max} > 33\%$**

1 pt

3) Donnez la classe de fréquence d'utilisation, justifiez :

**Classe de fréquence 2 : utilisation journalière intermittente.**

1 pt

4) Donnez la classe d'exposition potentielle, justifiez :

**Classe de quantité 5 et classe de fréquence 2 donne une classe d'exposition potentielle de 5**

1 pt

5) Déterminez le risque potentiel (score HPR), justifiez :

**Classe d'exposition de 5 et classe de risque de 2 donne un risque potentiel de 1000.**

1 pt

6) Donner la priorité d'action sécurité chimique sur le poste, justifiez. Que préconisez-vous ?

**La priorité est moyenne (score HPS de 1000). Il faut vérifier que les moyens de captage des vapeurs et que le système de protection des mains par les gants sont en place, respectés, et faire une campagne de mesure d'atmosphère au poste.**

3 pt