

SESSION 2008

EP1

Etude fonctionnelle d'un procédé de production et/ou de traitement

CORRECTION

*Transformation de graines oléagineuses  
en biodiesel*

Barème sur 80 points

	Session :	2008	Code examen :
BEP Métiers des Industries de Procédés			
EP1 - Etude fonctionnelle d'un procédé de production et/ou traitement			
Dossier correction	Durée : 3 heures	Coefficient : 4	Page 1/14

## BAREME

### I – Compréhension du procédé – 17 Pts

1.1 Schéma de principe .....	12,5 points
1.2 Etude opérations unitaires .....	3 points
1.3 Rôle catalyseur .....	1,5 point

### II – Etude de l'extraction – 14 Pts

2.1 Schéma extracteur.....	3 points
2.2 Bilan matière	
2.2.1 – Débit massique total des tourteaux en sortie .....	2 points
2.2.2 – Débits massiques en solvant et en soluté de l'extrait .....	2 points
2.2.3 – Débits massiques en soluté des tourteaux sortants .....	1 point
2.2.4 – Titres massiques en inertes et en soluté des tourteaux en entrée .....	3 points
2.2.5 – Rendement de l'extraction .....	3 points

### III – Etude de l'évaporateur - 11 Pts

3.1 Mode circulation .....	2 points
3.2 Bilan thermique	
3.2.1 – Flux de chaleur perdu par l'hexane .....	3 points
3.2.2 – Débit massique d'eau nécessaire pour cet échange .....	2 points
3.3 Explication du dysfonctionnement .....	2 points
3.3 Etude du dysfonctionnement .....	2 points

### IV – Etude du pompage - 8 Pts

4.1 Schéma pompe.....	2,5 points
4.2 Etude installation pompage .....	4 points
4.3 Détermination de la pompe .....	1,5 point

### V – Régulation – Automatismes – 12 Pts

5.1 Schématisation boucles de régulation .....	2 points
5.2 Sens d'action des régulateurs .....	4 points
5.3 Valeur signal .....	2 points
5.4 Etude installation adoucisseur	
5.4.1 – Grafcet .....	2 points
5.4.2 – Intérêt montage parallèle de deux adoucisseurs .....	2 points

### VI – Chimie - Biochimie – 9 Pts

6.1 Etude du glycérol	
6.1.1 Groupements fonctionnels du glycérol .....	2 points
6.1.2 Nomenclature .....	2 points
6.2 Acides gras .....	3 points
6.3 Protéines.....	2 points

### VII – Sécurité – Environnement – 9 Pts

7.1 Voies de pénétration .....	3 points
7.2 % volumique dans l'air .....	3 points
7.3 Toxicité sur l'homme .....	2 points
7.4 Valeur d'exposition .....	1 point

## BEP Métiers des Industries de Procédés

## I) Compréhension du procédé

### 1.1 - Voir schéma de principe pages 3 et 4. (12,5 Pts)

0,5 point / opérations unitaires

0,5 point / conditions opératoires - paramètres

0,25 point/ produits ou réactifs

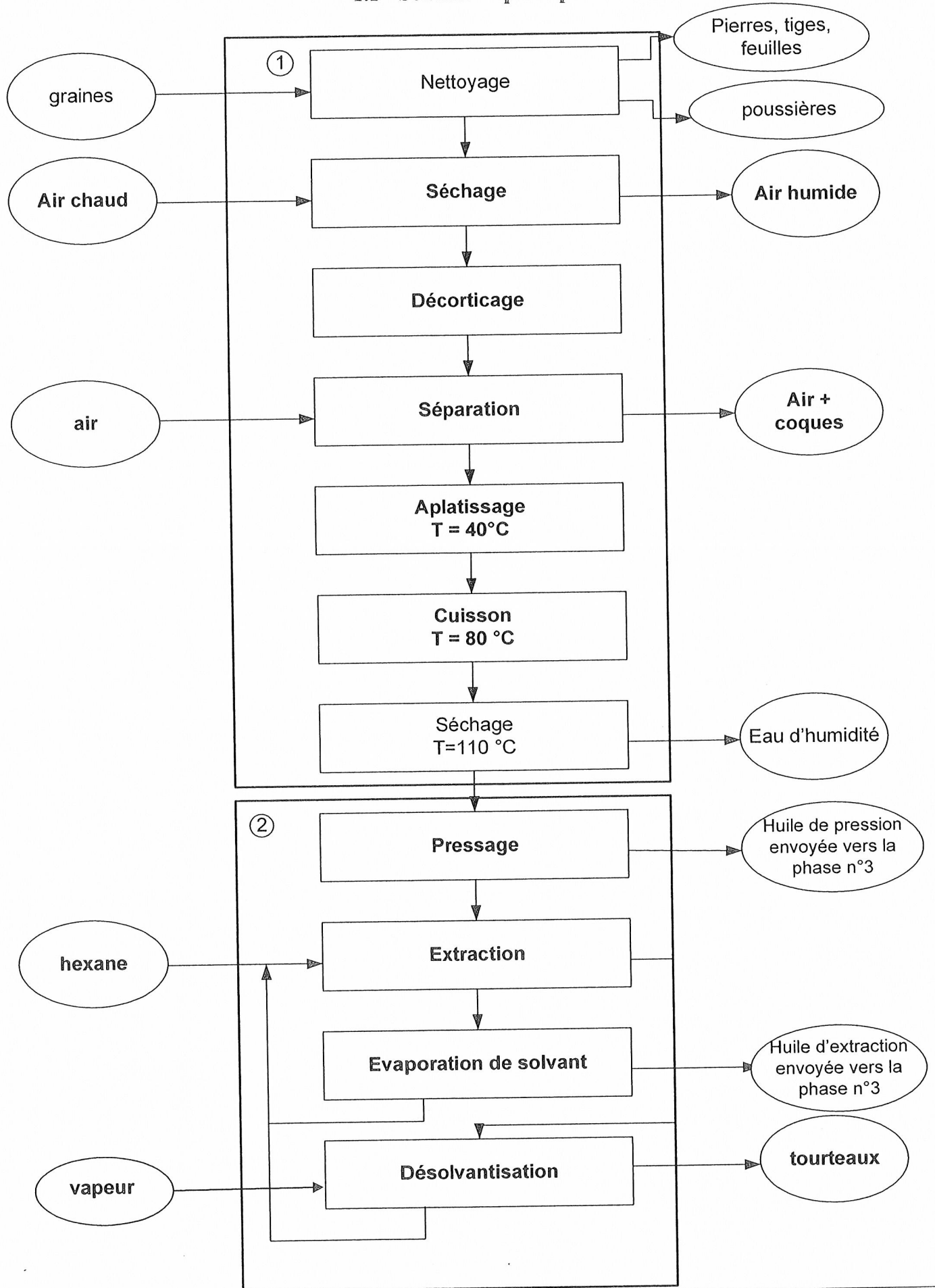
### 1.2 - Evolution des paramètres (3 pts)

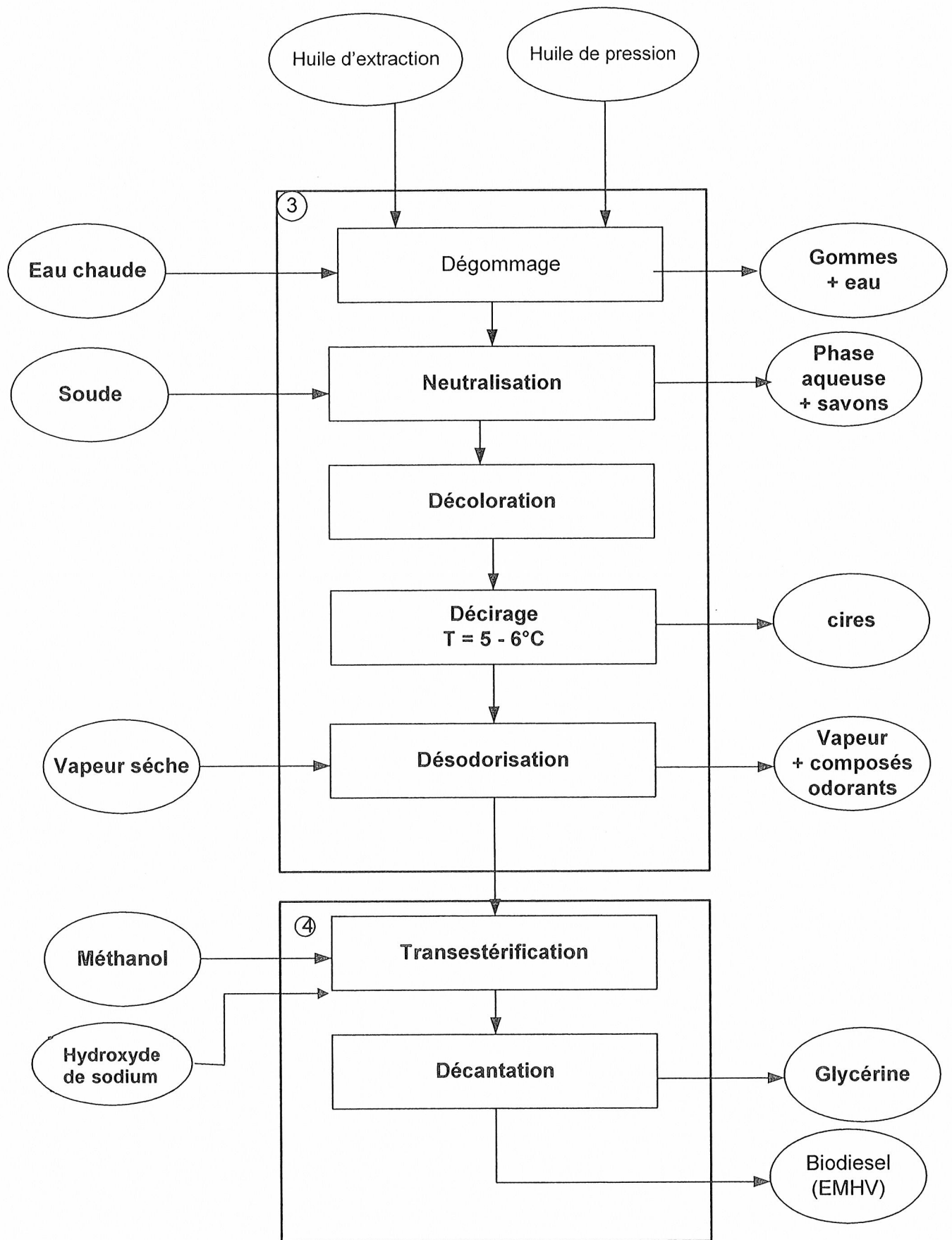
Opération	Paramètre	Influence : favorable - défavorable
Séchage des graines	Diminution du débit d'air chaud	Défavorable
Aplatissage	Augmentation de l'espace entre les deux cylindres	Défavorable
L'extraction par solvant	Diminution du débit de solvant	Défavorable

### 1.3 - Rôle d'un catalyseur (1,5 Pts)

Augmenter la vitesse de la réaction sans changer l'état final

### 1.1 - Schéma de principe



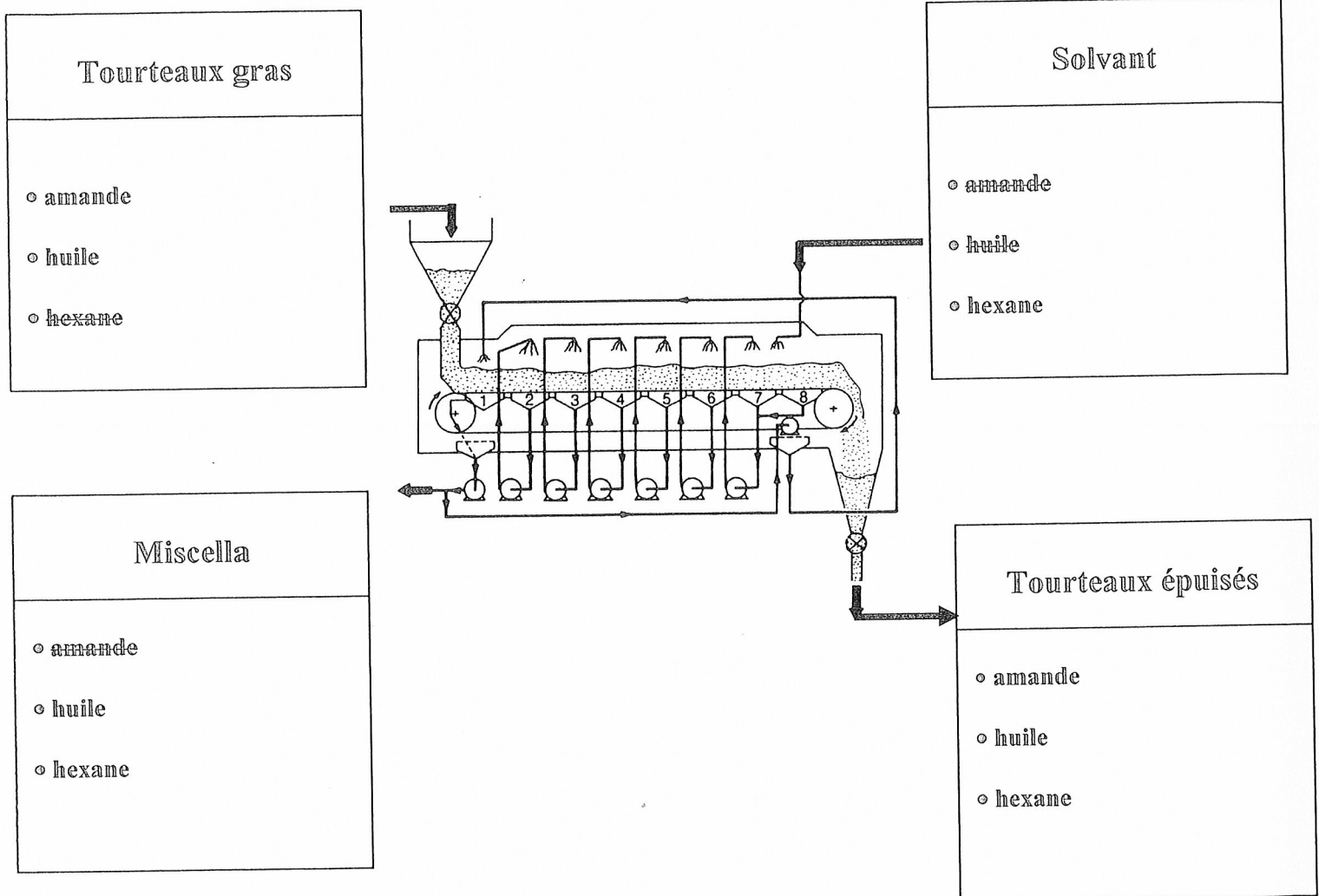


## II - ETUDE DE L'EXTRACTION

2.1 - Nom des différents courants (tourteaux gras, tourteaux, solvant, miscella) et pour chaque courant le nom du ou des différents constituants (amande, huile, hexane). (3pts)

0,5 pt/titre

0,25 pt/composition



2.2- Bilan matière sur l'étape de l'extraction par solvant :

2.2.1 – Débit massique total des tourteaux en sortie de l'extracteur (2pts) :

$$T_e + S = T_s + E \Rightarrow T_s = T_e + S - E \Rightarrow T_s = 2500 + 1300 - 1100$$

$$T_s = 2700 \text{ kg/h}$$

### 2.2.2 – Les débits massiques en solvant et en soluté de l'extrait (2pts):

Extrait :	$Qm_{(Solvant)} = 1100 \times 0,568$	$\Rightarrow$	$Qm_{(Solvant)} = 624,8 \text{ kg/h}$
	$Qm_{(Soluté)} = 1100 \times 0,432$	$\Rightarrow$	$Qm_{(Soluté)} = 475,2 \text{ kg/h}$

### 2.2.3 – Le débit massique en soluté des tourteaux sortants (1pt):

Tourteaux sortants :	$Qm_{(soluté)} = 2700 \times 0,01$	$\Rightarrow$	$Qm_{(soluté)} = 27 \text{ kg/h}$
----------------------	------------------------------------	---------------	-----------------------------------

### 2.2.4 - les titres massiques en inertes et en soluté des tourteaux en entrée de l'extracteur (3pts) :

$$w_{(inertes)} = \frac{Qm_{(inertes)}}{Qm_{total}} \times 100 \Rightarrow w_{(inertes)} = \frac{1998}{2500} \times 100 \Rightarrow w_{(inertes)} = 79,92\%$$

$$w_{(soluté)} = \frac{Qm_{(soluté)}}{Qm_{total}} \times 100 \Rightarrow w_{(soluté)} = \frac{502}{2500} \times 100 \Rightarrow w_{(soluté)} = 20,08\%$$

ou

$$w_{(soluté)} = 100 - 79,92 \Rightarrow w_{(soluté)} = 20,08\%$$

### 2.2.5 – Rendement de l'extraction (3pts):

$\text{Rendement} = \frac{(1100 \times 43,2)}{(2500 \times 20,08)} \times 100 \Rightarrow \text{Rendement} = 94,7\%$
--

### III - ETUDE DE L'EVAPORATION DU SOLVANT

#### 3.1- Mode de circulation des fluides dans l'échangeur (2pts).

La circulation des fluides dans l'échangeur se fait à contre courant

#### 3.2 – Transfert de chaleur :

##### 3.2.1 – le flux de chaleur perdu par l'hexane (3 pts) :

$$\begin{aligned}\phi &= (Q_{m(\text{hexane})} \times \overline{Cp}_{(\text{hexane})} \times \Delta T) + (Q_{m(\text{hexane})} \times Lv) \\ \phi &= (625 \times 2,32 \times 47) + (625 \times 326,8) \\ \phi &= 272400 \text{ kJ/h soit } 75,67 \text{ kW}\end{aligned}$$

##### 3.2.2 – le débit massique d'eau nécessaire pour cet échange (2pts):

$$\begin{aligned}\phi &= (Q_{m(\text{eau})} \times \overline{Cp}_{(\text{eau})} \times \Delta T) \\ Q_{m(\text{eau})} &= \frac{\phi}{(\overline{Cp}_{(\text{eau})} \times \Delta T)} \Rightarrow Q_{m(\text{eau})} = \frac{272400}{(4,18 \times 13)} \\ Q_{m(\text{eau})} &= 5013 \text{ kg/h soit } 1,39 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

#### 3.3 – Dysfonctionnement de l'échangeur (2 pts):

Encrassement de l'échangeur. Dépôt de tartre sur les parois ce qui donne un échange moins efficace.

#### 3.4 – Etude du dysfonctionnement de l'échangeur (2 pts):

Barème :

bonne réponse : +1  
pas de réponse : 0  
mauvaise réponse : -1

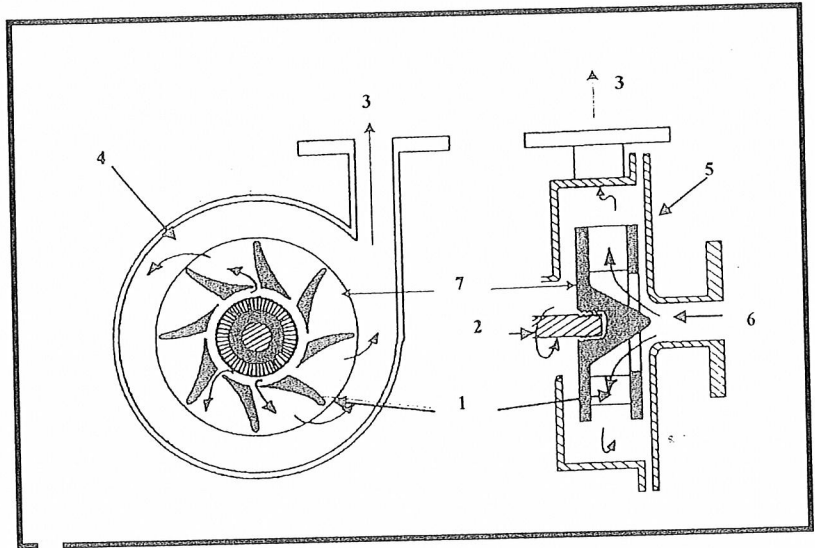
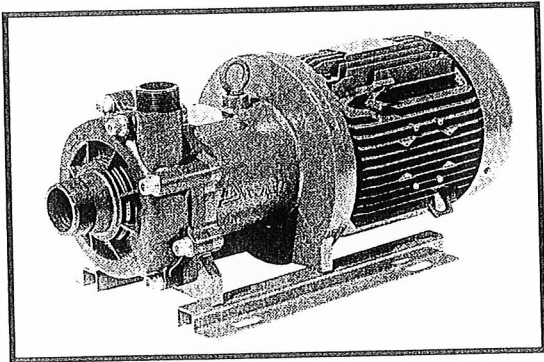
	DEBIT D'EAU
Augmentation du débit d'hexane vapeur	↑
Augmentation de la température d'entrée de l'eau	↑



## IV – ETUDE DU POMPAGE

Lors de l'extraction par solvant, le recyclage du solvant et de l'extrait est réalisé à l'aide de pompes.

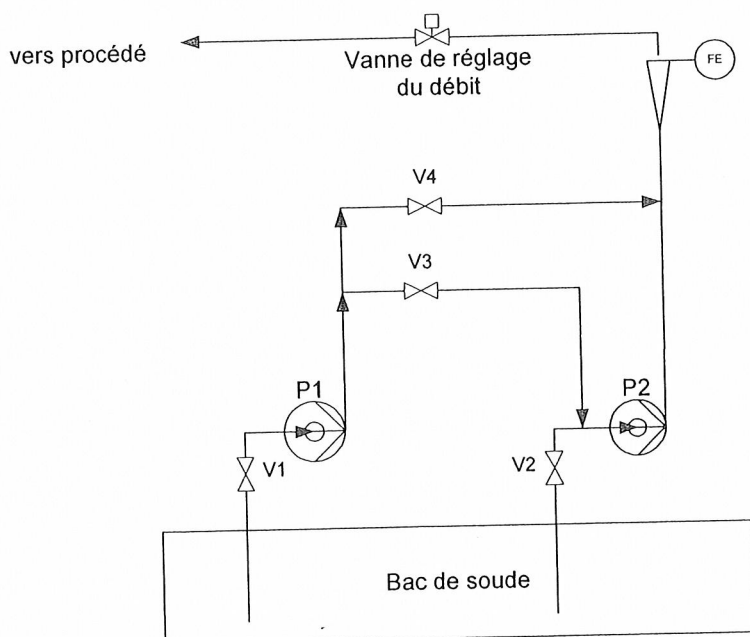
### 4.1 – Pompe centrifuge (2,5 pts) :



Référence	Nomenclature
1	LOBE
5	CORPS DE POMPE
6	ASPIRATION
7	ROUE A AUBE
2	ARBRE
4	VOLUTE
3	REFOULEMENT

0,5 pt/réponse

### 4.2 – Positions des différentes vannes, pour chaque cas (4 pts).



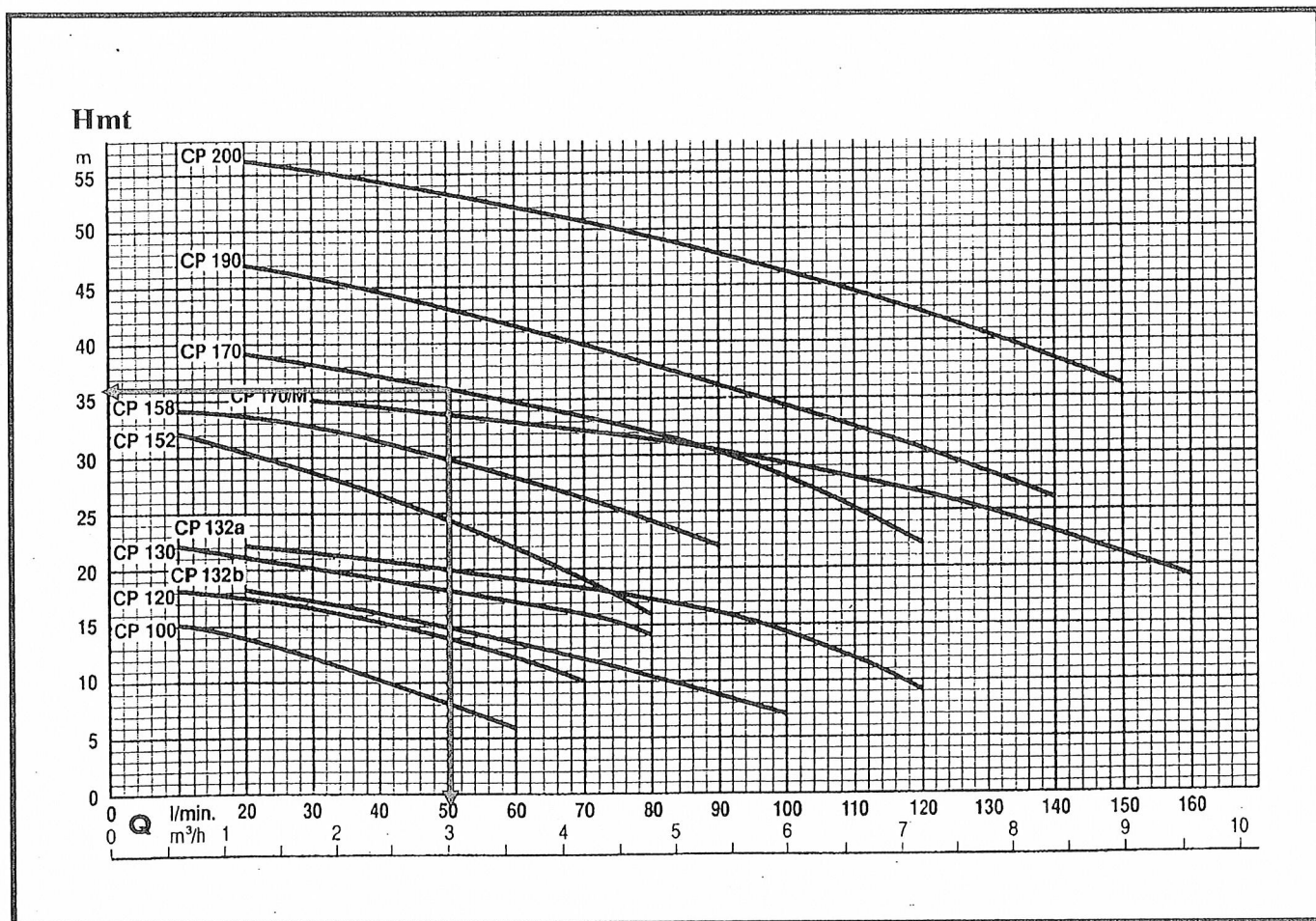
0,25 pt/réponse

	V1	V2	V3	V4
POMPE 1	○	F	F	○
POMPE 2	F	○	F	F
POMPES EN SERIE	○	F	○	F
POMPES EN PARALLELE	○	○	F	○

4.3 – Choix de la pompe correspondant aux conditions suivantes (1,5 pts):

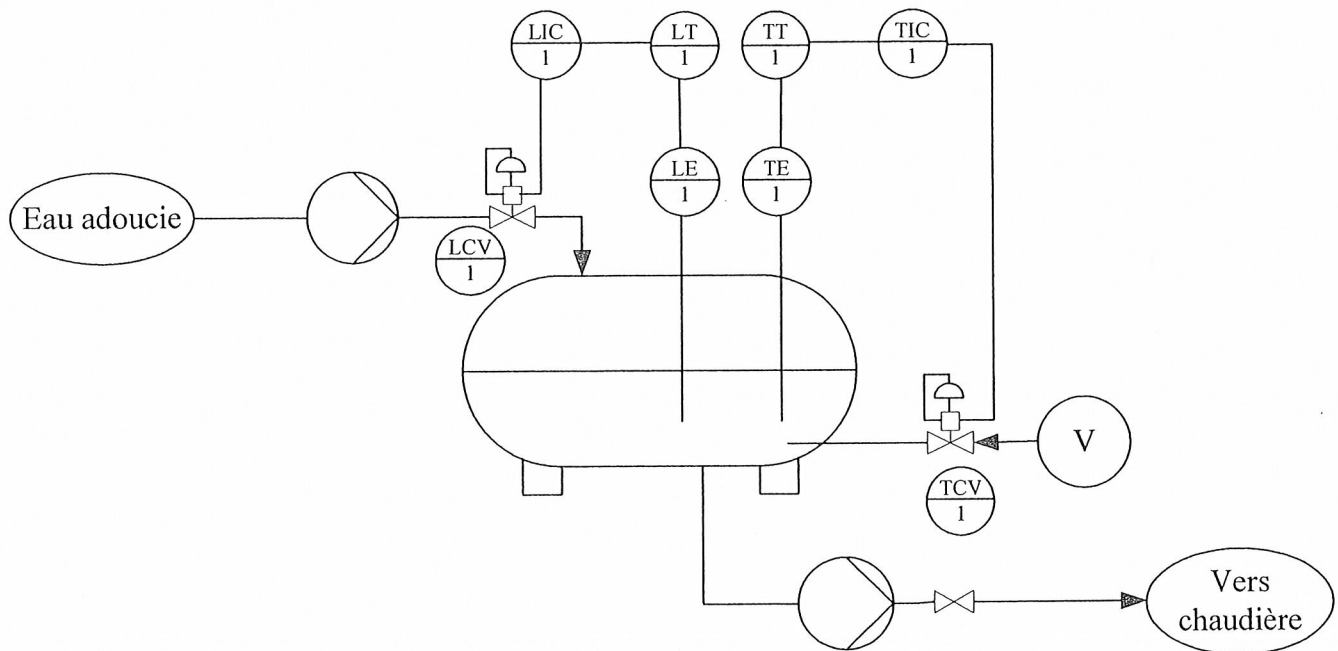
- hauteur (H) : 36 m
- débit (Q) : 3m<sup>3</sup>/h

POMPE : CP 170



V – REGULATION - AUTOMATISME

5.1 - Boucles de régulation du niveau et de la température dans la bache sur le schéma de procédé (2pts).



5.2- Le sens d'action du régulateur pour les boucles de régulation du niveau et de la température de l'eau adoucie dans la bache (4 pts).

0,5 pt/réponse

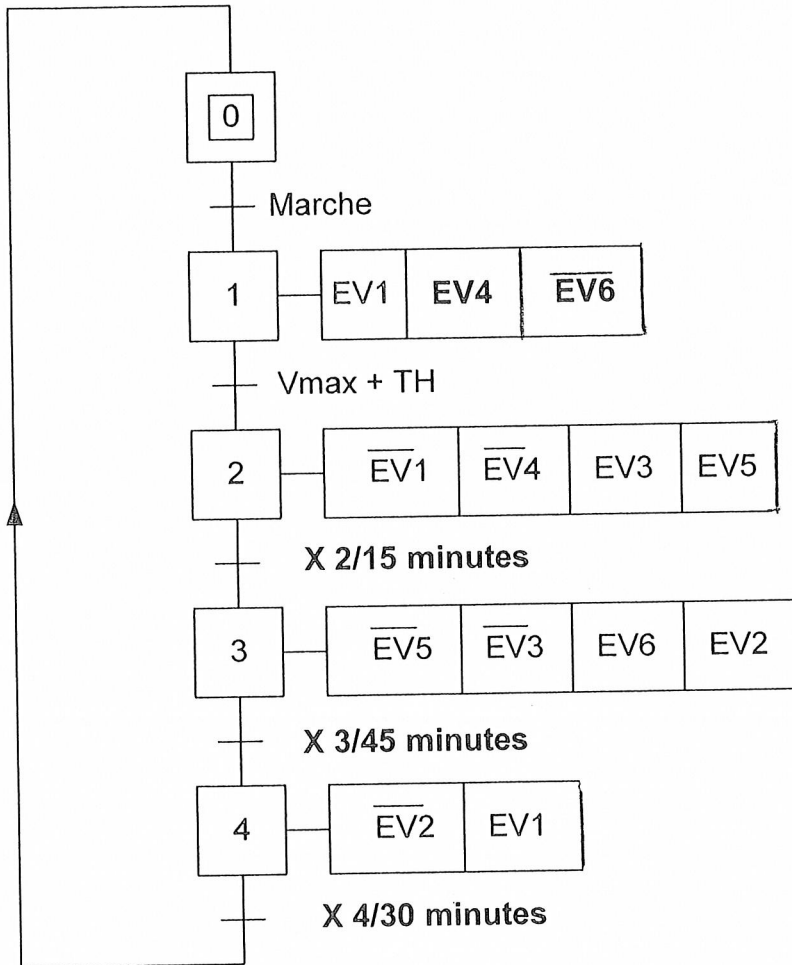
Grandeur mesurée	Sens d'évolution de la grandeur réglante ↑ ou ↓	Type de vanne	Action de la vanne de régulation <b>fermeture ou ouverture</b>	Evolution du signal reçu par le servomoteur de la vanne ↑ ou ↓	Sens d'action du régulateur <b>direct ou inverse</b>
Niveau d'eau ↑	Débit d'alimentation ↓	FMA	fermeture	↓	Inverse
Température de l'eau ↑	Débit de vapeur ↓	FMA	fermeture	↓	Inverse

5.2- Valeur du signal envoyé par le régulateur au servomoteur de la vanne de régulation de niveau d'eau dans la bache pour une ouverture de 60 % (2pts).

Donnée : plage de signal du servomoteur : 0,2 – 1 bar

$$\text{Valeur du signal} = (1 - 0,2) \times 60 / 100 + 0,2 = 0,68 \text{ bar}$$

5.4.1 – Grafset (2 pts) :



Nomenclature :

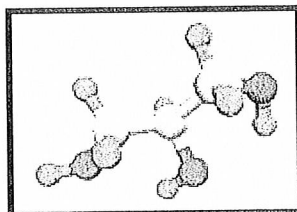
$V_i$	Ouvrir $V_i$
$\overline{V_i}$	Fermer $V_i$
$V_{max}$	Volume maximal d'eau traitée atteint
TH	Valeur du TH > 0,5 °F

5.4.2 – Intérêt du montage en parallèle de deux adoucisseurs (2 pts).

Ce montage permet le traitement en continu de l'eau : un adoucisseur en phase d'adoucissement pendant que l'autre est en phase de régénération.

## VI – CHIMIE – BIOLOGIE

6.1 – La glycérine (ou glycérol) a pour formule semi-développée  $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$



6.1.1 – Fonctions de ce composé (2 pts):

Le glycérol possède 2 fonctions alcool primaire et une fonction alcool secondaire.

6.1.2 – Nomenclature officielle du glycérol (2 pts):

Le glycérol porte officiellement le nom de propan-1, 2, 3-triol.

6.2 – Identification des acides gras saturé, monoinsaturé et polyinsaturé (3 pts):

Acide oléique :  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$  : Acide gras monoinsaturé

Acide stéarique :  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$  : Acide gras saturé

Acide linoléique :  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$  : Acide gras polyinsaturé

6.3 - Définition d'une protéine (2pts) :

Macromolécule présente chez tous les êtres vivants, indispensable à la vie de la cellule et de l'organisme tout entier.

BEP Métiers des Industries de Procédés

EP1 - Etude fonctionnelle d'un procédé de production et/ou traitement  
Dossier correction

Page

13/14

## VII – SECURITE – ENVIRONNEMENT

A l'aide de la fiche toxicologique de l'hexane (dossier ressources page 10)

**7.1 – Les trois voies de pénétration des produits dans l'organisme (3 pts) :**

- cutanée
- par ingestion
- par inhalation

**7.2 – Y-a-t'il explosion ? Justification (3 pts) :**

Non il n'y a pas explosion. En effet la valeur de 9 % est supérieure à la valeur maximale de l'intervalle d'explosibilité et donc ne se trouve pas dans cet intervalle.

**7.3 - Effets de la toxicité aiguë de l'hexane sur l'homme (2pts) :**

Les vapeurs agissent sur le système nerveux central provoquant un effet euphorique puis somnolence avec céphalées, vertiges, nausées. Irritations des yeux et des muqueuses respiratoires.

**7.4 – La valeur limite d'exposition, fixée par le ministère du travail est de 50 p.p.m.  
Signification des lettres p.p.m. (1 pt)**

Partie par million

**BEP Métiers des Industries de Procédés**

**EP1 - Etude fonctionnelle d'un procédé de production et/ou traitement  
Dossier correction**

**Page**

**14/14**