

Transformation de graines oléagineuses en biodiesel

DOSSIER TRAVAIL

à rendre intégralement

Barème sur 80 points.

I - Compréhension du procédé	II - Etude de l'extraction	III - Etude de l'évaporateur	IV - Etude du pompage
/ 17	/ 14	/ 11	/ 8
V - Régulation Automatisme	VI - Chimie Biochimie	VII - Sécurité Environnement	Total
/ 12	/ 9	/ 9	/ 80
			/ 20

I – COMPREHENSION DU PROCEDE

1.1- **Indiquer** pour chacune des opérations suivantes si l'évolution du paramètre est favorable ou défavorable au procédé.

Opérations	Paramètres	Influence : favorable - défavorable
Séchage des graines	Diminution du débit d'air chaud	
Aplatissage	Augmentation de l'espace entre les deux cylindres	
Extraction par solvant	Diminution du débit de solvant	

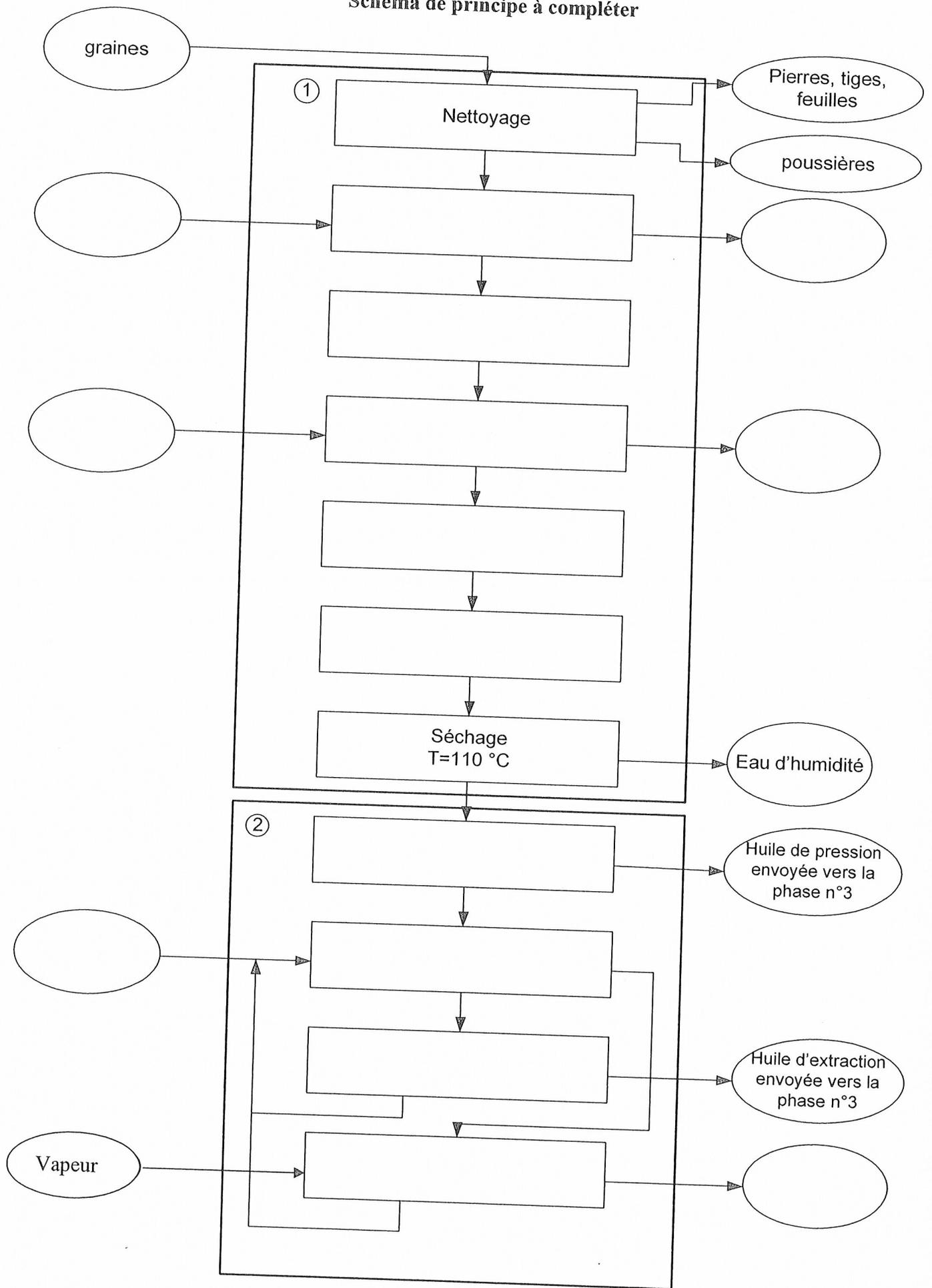
1.2 - Dans l'opération de transestérification, les réactifs sont introduits à froid en présence d'un catalyseur, **définir** le rôle d'un catalyseur.

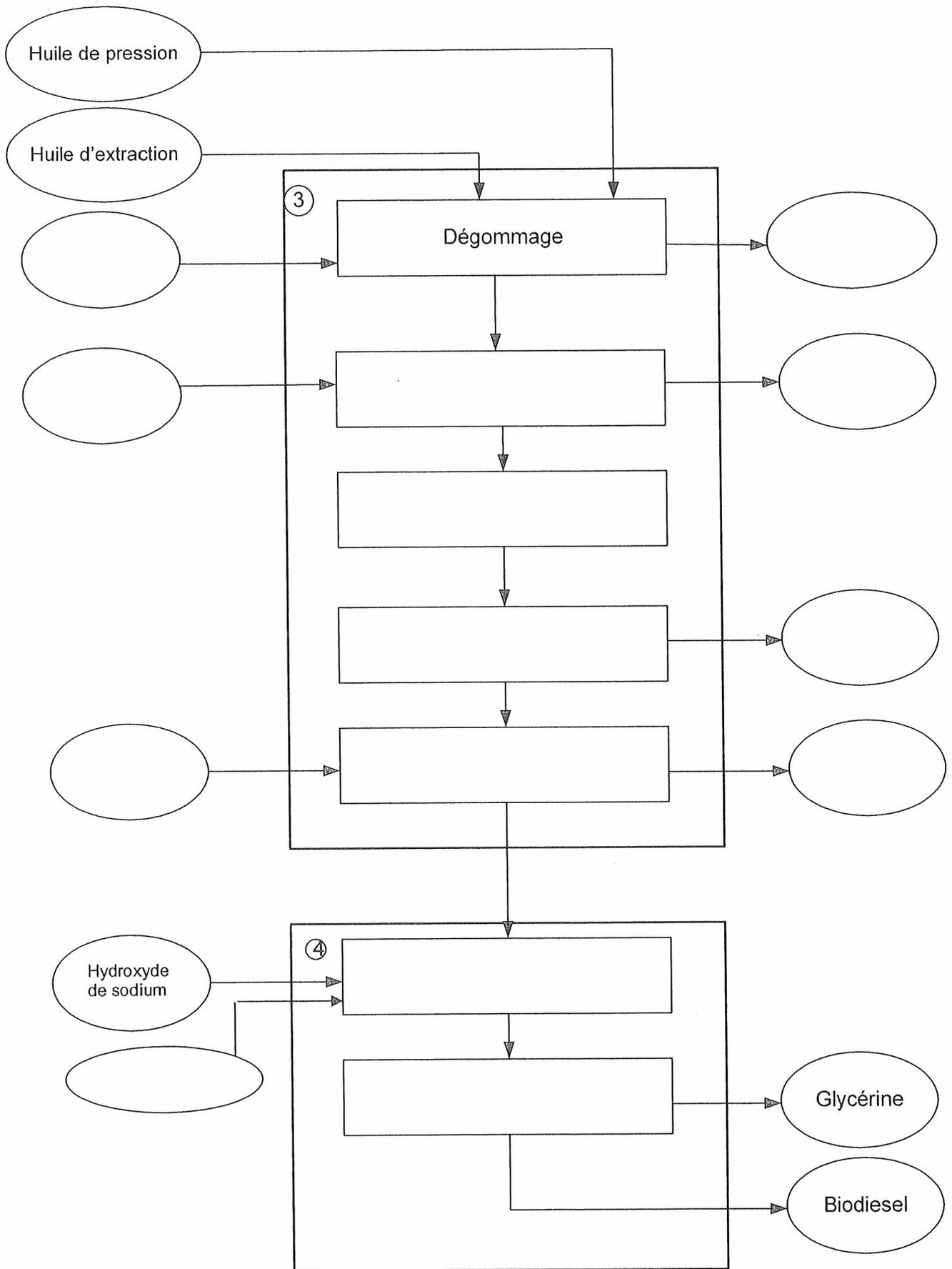
1.3- A l'aide de la description du procédé dans le dossier ressources pages 2, 3, 4, **compléter** le schéma de principe dans le dossier de travail page 3 et 4.

Vous ferez apparaître :

- le nom des différentes opérations unitaires avec leurs paramètres,
- le nom des réactifs entrants et des produits sortants.

Schéma de principe à compléter





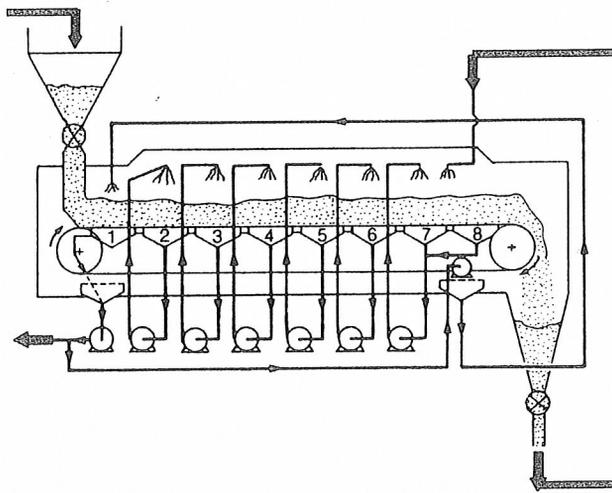
II – ETUDE DE L'EXTRACTION

- **Compléter** le schéma de l'extracteur ci-dessous, en vous aidant du dossier ressource page 3 : description de l'extraction,
- **replacer** le nom des différents courants :
 - tourteaux gras,
 - tourteaux épuisés,
 - solvant,
 - miscella
- et **indiquer** la constitution de chaque courant en rayant la ou les mentions inutiles.

• amande

• huile

• hexane



• amande

• huile

• hexane

• amande

• huile

• hexane

• amande

• huile

• hexane

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

L'extraction du soluté restant dans les tourteaux est réalisée en continu et à contre courant par de l'hexane.

Déterminer les valeurs manquantes sur le schéma (dossier ressources page 5) de façon à établir le bilan matière complet sur l'opération.

2.2.1 – Le débit massique total des tourteaux en sortie de l'extracteur (**Qm1**) :

TOURTEAUX SORTANTS (Ts)		
Produit	Débit (kg/h)	Titre (%)
Inertes	1998	74
Solvant	675	25
Soluté		1
TOTAL	Qm1	100

2.2.2 – Les débits massiques en solvant (**Qm2**) et en soluté (**Qm3**) de l'extrait :

EXTRAIT (E)		
Produit	Débit (kg/h)	Titre (%)
Inertes	0	0
Solvant	Qm2	56,8
Soluté	Qm3	43,2
TOTAL	1100	100

2.2.3 – Le débit massique en soluté des tourteaux sortants (**Qm4**) :

TOURTEAUX SORTANTS (Ts)		
Produit	Débit (kg/h)	Titre (%)
Inertes	1998	74
Solvant	675	25
Soluté	Qm4	1
TOTAL		100

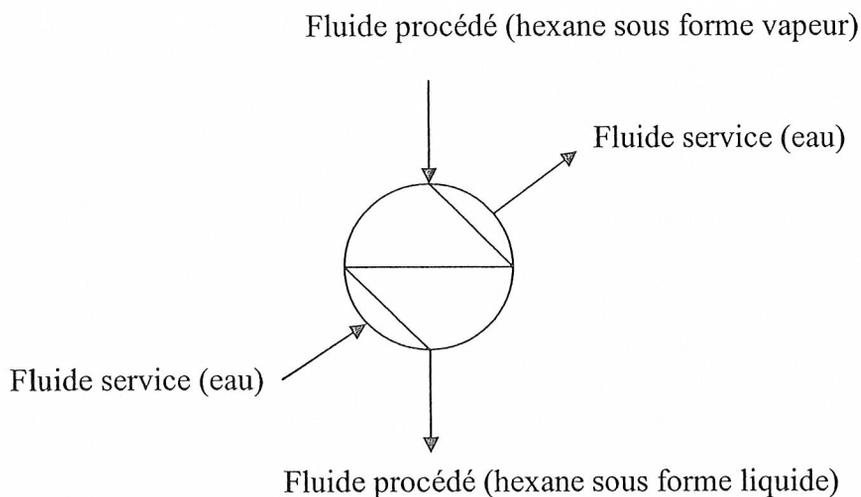
2.2.4 - Les titres massiques en inertes (WI) et en soluté (WS) des tourteaux en entrée de l'extracteur :

TOURTEAUX ENTRANTS (Te)		
Produit	Débit (kg/h)	Titre (%)
Inertes	1998	WI
Solvant	0	0
Soluté	502	WS
TOTAL	2500	100

2.2.5 – Rendement de l'extraction :

III – ETUDE DE L'EVAPORATION DU SOLVANT

Suite à l'extraction par solvant, l'extrait est concentré. Les vapeurs de solvant (hexane) formées sont condensées et refroidies dans un échangeur à faisceau tubulaire (représenté ci-dessous) par de l'eau avant recyclage.



3.1- A partir du schéma simplifié ci-dessus, **donner** le mode de circulation des fluides dans l'échangeur.

Données :

<u>Fluide service</u>		
- Nature	:	eau
- Températures :		
- entrée	:	14°C
- sortie	:	27°C
- $\overline{C_p}$ eau entre 14 et 27°C	:	4,18 kJ/kg.°C

<u>Fluide procédé</u>		
- Nature	:	hexane
- Températures :		
- entrée	:	69°C (vapeur)
- sortie	:	22°C (liquide)
- $\overline{C_p}$ hexane entre 69 et 22°C	:	2,32 kJ/kg.°C
- L_v hexane	:	326,8 kJ/kg
- Q_m hexane	:	625kg/h

Formulaire :

Détermination du flux thermique avec changement de température et sans changement d'état :

$$\phi = Q_m \times \overline{C_p} \times \Delta T \quad \text{avec} \quad \phi : \text{flux thermique échangé (kJ/h)}$$

Q_m : débit massique (kg/h)

$\overline{C_p}$: capacité thermique (kJ/kg.°C)

ΔT : différence de température (°C)

Détermination du flux thermique avec changement de température et avec changement d'état :

$$\phi = (Q_m \times \overline{C_p} \times \Delta T) + (Q_m \times L_v) \quad \text{avec} \quad L_v : \text{chaleur latente de vaporisation (kJ/kg)}$$

Remarque : On admettra que le flux thermique gagné par un fluide est égal au flux thermique perdu par l'autre fluide.

3.2 – A l'aide des données et du formulaire ci dessus, **déterminer :**

3.2.1 – le flux de chaleur perdu par l'hexane :

3.2.2 – le débit massique d'eau nécessaire pour cet échange:

3.3 – Au bout d'un temps de fonctionnement, on constate une augmentation de la température de sortie de l'hexane liquide. En considérant que les autres paramètres de conduite restent constants, **expliquer ce dysfonctionnement.**

3.4 – Etude du dysfonctionnement de l'échangeur :

Compléter le tableau ci-dessous, en indiquant pour chaque cas, le sens de variation du débit d'eau afin de garder une température de sortie constante de l'hexane.

Remarques :

Sens de variation :

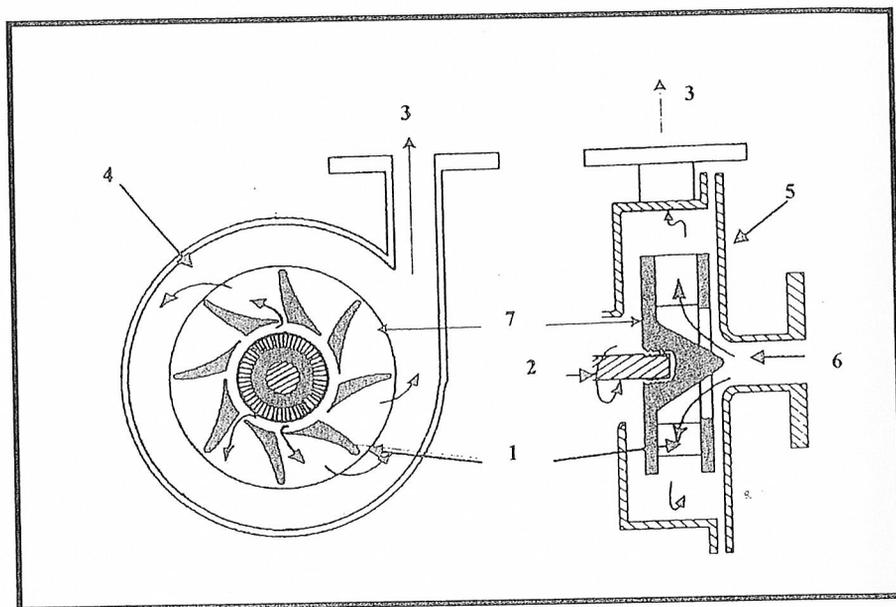
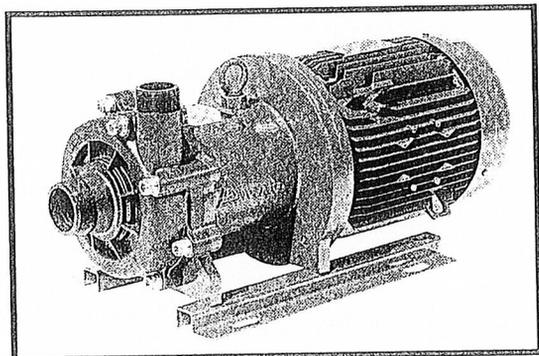
- ↑ augmentation
- = sans effet
- ↓ diminution

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

IV – ETUDE DU POMPAGE

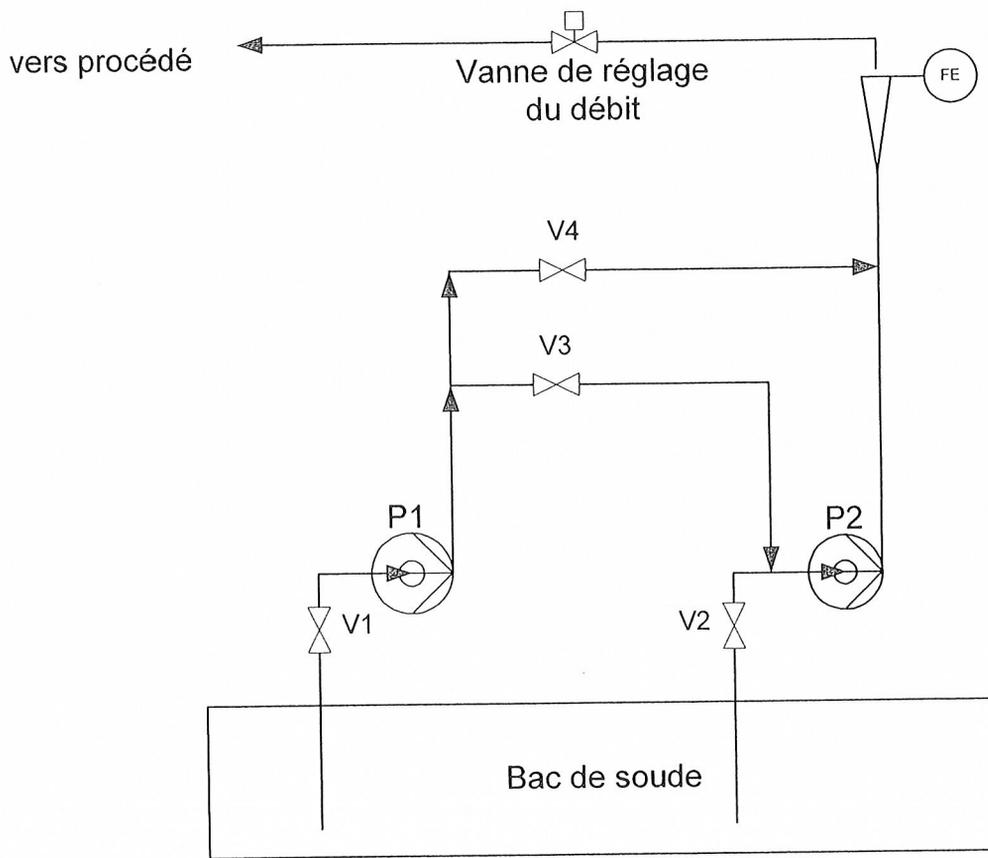
Lors de l'extraction par solvant, le recyclage du solvant et de l'extrait est réalisé à l'aide de pompes.

4.1 – A l'aide du schéma de la pompe centrifuge ci-dessous, **compléter** le tableau.



Référence	Nomenclature
1	LOBE
-----	CORPS DE POMPE
-----	ASPIRATION
-----	ROUE A AUBE
2	ARBRE
-----	VOLUTE
-----	REFOULEMENT

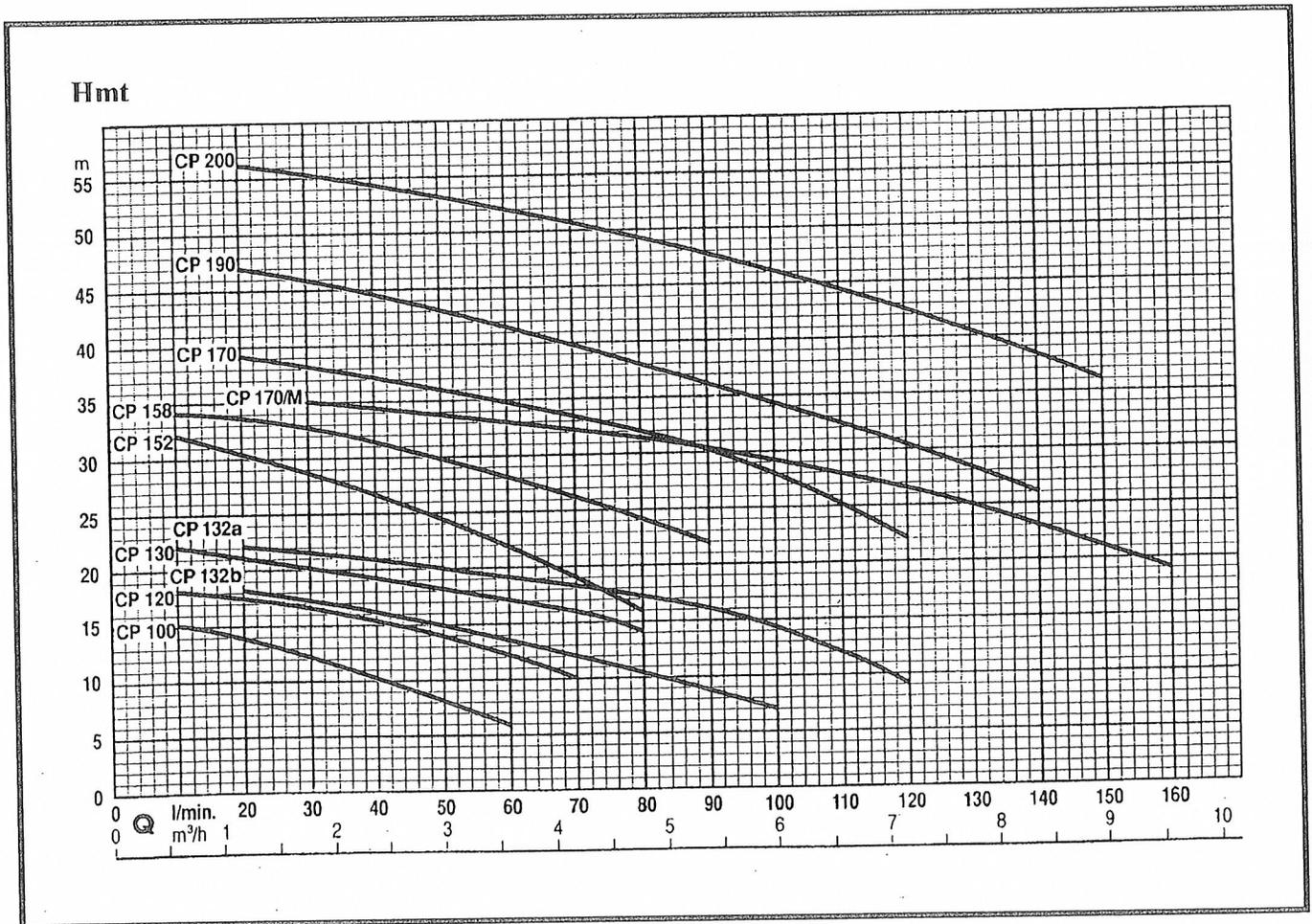
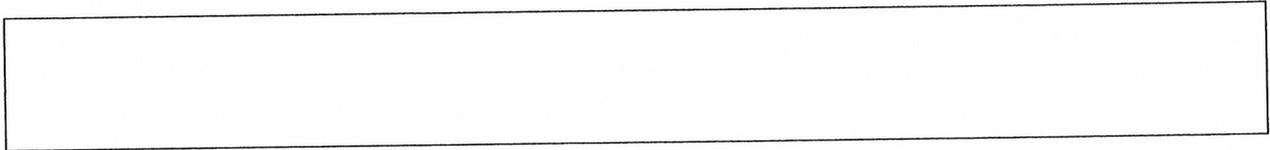
4.2 – D'après l'installation de pompage de la soude représentée ci-dessous (schéma simplifié), **compléter** le tableau ci-après en positionnant les différentes vannes : O = vanne ouverte, F = vanne fermée, pour chaque cas.



	V1	V2	V3	V4
POMPE 1 SEULE				
POMPE 2 SEULE				
POMPES EN SERIE				
POMPES EN PARALLELE				

4.3 – Retrouver à l'aide de l'abaque ci-dessous, la pompe correspondant aux conditions suivantes :

- hauteur manométrique totale (Hmt) : 36 m
- débit (Q) : 3 m³/h



V – REGULATION - AUTOMATISME

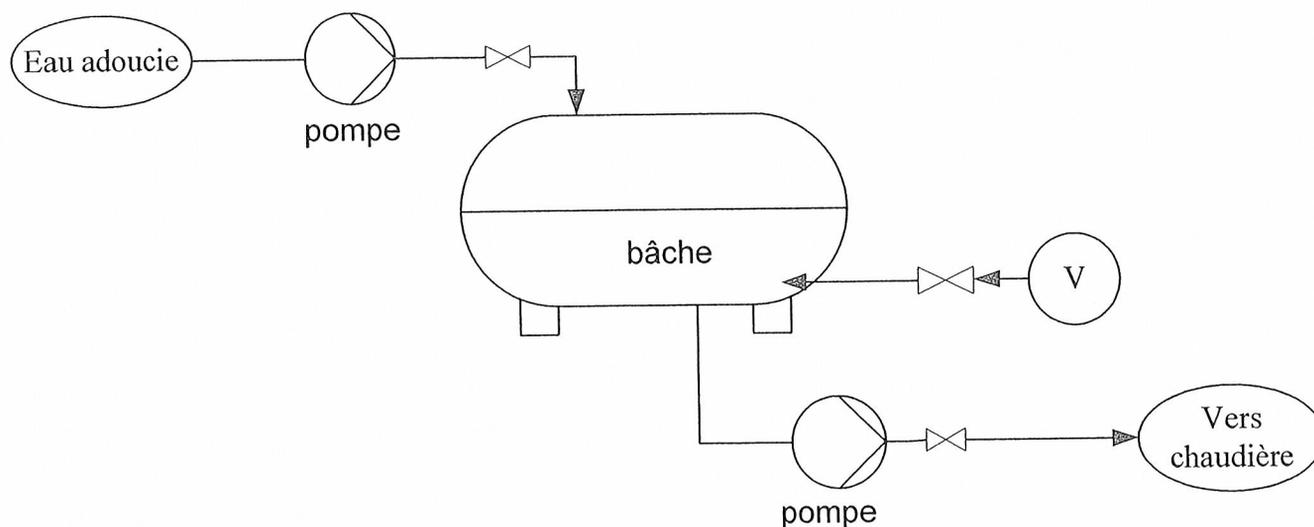
L'étape de désodorisation nécessite l'injection directe de vapeur sèche. La production de vapeur est réalisée grâce à une chaudière à gaz. L'eau alimentant ce générateur de vapeur doit être impérativement adoucie. L'eau du réseau est donc traitée par passage sur des résines à fort cycle de sodium (adoucisseurs A1 et A2) avant d'être stockée et préchauffée par injection directe de vapeur dans un réservoir tampon appelé bache. L'eau contenue dans la bache est ensuite envoyée dans la chaudière.

Boucle	Grandeur mesurée (réglée)	Grandeur réglante	Sens d'action de la vanne
L1	Niveau d'eau adoucie dans la bache	Débit d'alimentation en eau adoucie	FMA
T1	Température de l'eau adoucie dans la bache	Débit de vapeur	FMA

Rappel : OMA : Ouverte par manque d'air

FMA : Fermée par manque d'air

5.1 - A partir des informations du tableau précédent, **schématiser** en respectant les normes de schématisation - dossier ressources page 6 -, les boucles de régulation du niveau et de la température dans la bache sur le schéma de procédé.



5.2- **Compléter** le tableau suivant, en indiquant l'évolution des différents paramètres et le sens d'action du régulateur pour les boucles de niveau et de température.

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

5.3- **Calculer** la 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%.

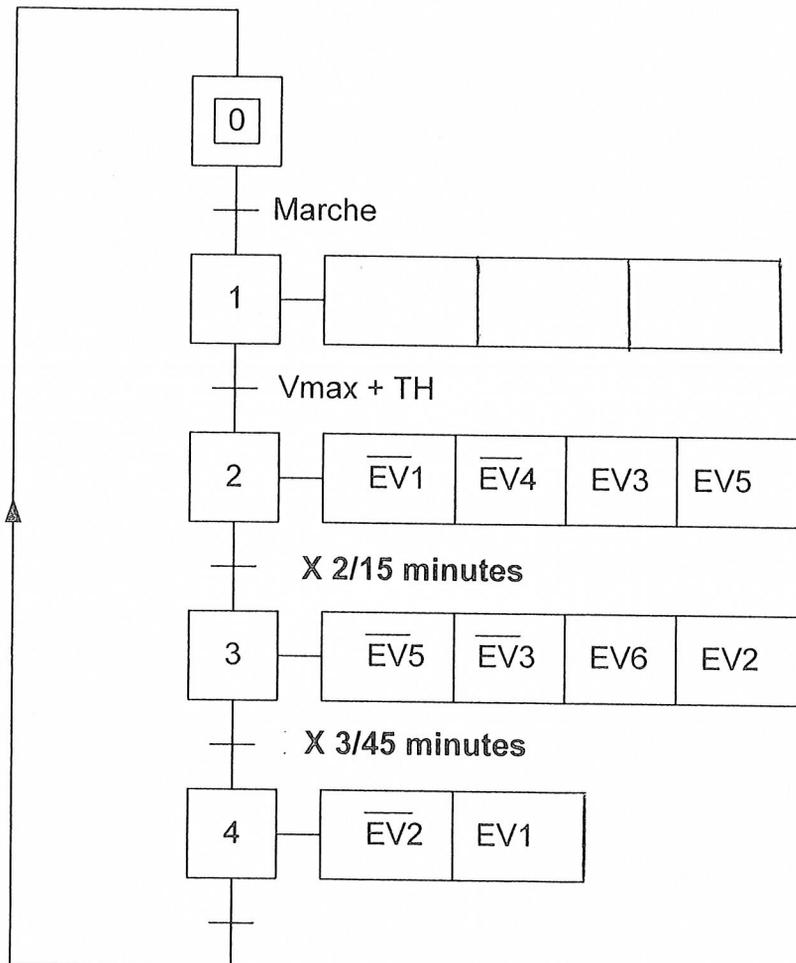
Donnée : plage de signal du servomoteur : 0,2 – 1 bar

5.4- Etude de l'installation d'adoucissement de l'eau :

5.4.1 – À partir des données ci-dessous, et des informations sur le fonctionnement de l'installation d'adoucissement de l'eau - dossier ressource page 7 -, **compléter** l'étape 1 et la transition entre l'étape 4 et 0 du Grafcet suivant :

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
$X_i / 20$ minutes	Temporisation de 20 minutes



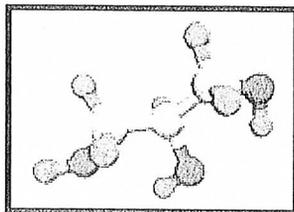
5.4.3 – **Indiquer** l'intérêt du montage en parallèle de deux adoucisseurs.

VI – CHIMIE – BIOLOGIE

Le biodiesel est une énergie renouvelable qui n'augmente pas le taux de CO₂ de l'atmosphère. En effet, il ne rejette dans l'atmosphère que le CO₂ que la plante, dont il est issu, a absorbé par photosynthèse.

Le biodiesel est obtenu par un procédé appelé transestérification. On fait réagir de l'huile de colza ou de tournesol (composée d'esters d'acides gras et de glycérine) avec du méthanol qui est un alcool. On obtient alors de l'EMHV (ester méthylique d'huile végétale) qui est du biodiesel. La réaction peut être réalisée en présence d'un catalyseur alcalin comme la potasse. La glycérine est un sous-produit valorisable de cette réaction.

6.1 – La glycérine (ou glycérol) a pour formule semi-développée CH₂OH - CHOH - CH₂OH



6.1.1 – **Nommer** les fonctions de ce composé.

6.1.2 – **Donner** la nomenclature officielle du glycérol.

6.2 - Les huiles végétales sont essentiellement composées de triglycérides, composés d'une molécule de glycérol C₃H₅(OH)₃ et de 3 acides gras HOOC-Rn.. Les acides gras sont classés en trois catégories : acide gras saturé, monoinsaturé et polyinsaturé. **Indiquer** pour les trois acides gras cités ci-dessous, la catégorie à laquelle ils appartiennent.

Acide oléique : CH₃-(CH₂)₇-CH=CH-(CH₂)₇-COOH : _____

Acide stéarique : CH₃-(CH₂)₁₆-COOH : _____

Acide linoléique : CH₃-(CH₂)₄-CH=CH-CH₂-CH=CH-(CH₂)₇-COOH : _____

6.3 – Les tourteaux qui sont des résidus de la pression des graines oléagineuses constituent la principale source de protéines en alimentation animale. **Donner** la définition d'une protéine.

A l'aide de la fiche toxicologique de l'hexane (dossier ressources pages 8-9-10-11)

7.1 – **Lister** les trois voies de pénétration des produits dans l'organisme ?

7.2 – Si le % volumique de l'hexane dans l'air est de 9 %, **y-a-t'il** risque d'explosion ? **Justifier** votre réponse.

7.3 - **Identifier** les effets de la toxicité aiguë de l'hexane sur l'homme ?

7.4 – La valeur limite d'exposition, fixée par le ministère du travail est de 50 p.p.m.
Ecrire en toutes lettres l'abréviation p.p.m.