

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2002**

**Etude des systèmes techniques industriels**

Durée : 6 heures

coefficient : 8

**SYSTEME D'EXTRACTION  
DE PETROLE EN MER**

Durées conseillées :

Partie mécanique : 1 H 30.  
Partie électronique : 4 H 30.

Tout document interdit

Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée  
(circulaire 99.186 du 16.11.99)

Ce sujet comporte :

- A - Analyse fonctionnelle du système : A1 à A3
- B - Partie mécanique et construction :
  - Questions et documents réponses : B1 à B6
  - Documents annexes : BAN1 à BAN3
- C - Partie électronique :
  - Questions et document réponse : C1 à C13 et CR1
  - Documents annexes : CAN1 à CAN8

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2002**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**SYSTEME D'EXTRACTION  
DE PETROLE EN MER**

**Partie mécanique et construction :**

Questions et documents réponses : B1 à B6

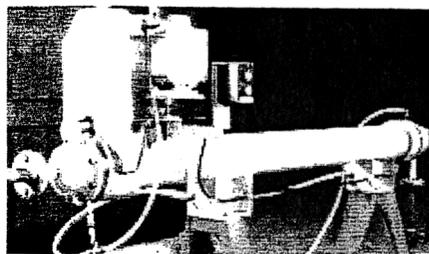
Documents annexes : BAN1 à BAN3

IEELMEJ

## I. THEME DE L'ETUDE :

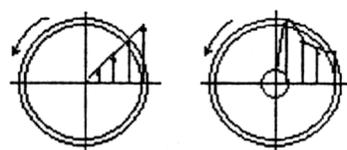
Pour la partie construction mécanique, vous allez étudier la partie physique de la séparation des liquides (FP2). La solution technologique retenue est la création d'un champ de vitesse pour utiliser la différence de masse volumique des liquides :

- ⇒ Masse volumique de l'eau  $\approx 1 \text{ Kg/dm}^3$
- ⇒ Masse volumique d'un hydrocarbure  $\approx 0,9 \text{ Kg/dm}^3$



## II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :

La séparation du pétrole brut et de l'eau de mer est réalisée grâce à un écoulement tourbillonnaire du fluide (vortex) engendré par la rotation et la forme de la chambre de séparation des liquides. Le champ des vitesses générées par le tourbillon va créer un champ d'accélération environ dix fois plus important que le simple effet centrifuge.



Sans vortex      Avec vortex  
 Profil des vitesses tangentielles

La différence de masse volumique entre les liquides va donc diriger les particules de fluides plus lourdes vers l'extérieur et les plus légères vers le centre, nous avons donc une accumulation de pétrole brut sur l'axe du tube. Il suffit, ensuite, d'adapter la géométrie de la sortie pour pouvoir le récupérer.

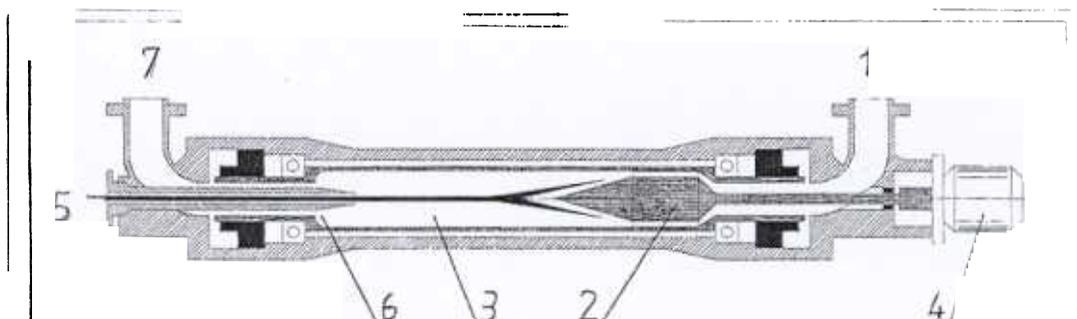


Schéma de principe

- |  |         |
|--|---------|
| 1 : Entrée du fluide (le % de pétrole peut varier) . . . . .             | Rep 1.  |
| 2 : Mise en rotation du fluide et création du phénomène vortex . . . . . | Rep 10. |
| 3 : Chambre de séparation des liquides . . . . .                         | Rep 11. |
| 4 : Moteur de mise en rotation du système . . . . .                      | Rep 111 |
| 5 : Sortie du pétrole brut . . . . .                                     | Rep 21. |
| 6 : Séparation géométrique des liquides . . . . .                        | Rep 14. |
| 7 : Sortie de l'eau de mer . . . . .                                     | Rep 21. |

Les repères ci-dessus sont à rapporter au Document BAN1 – Annexe 1

### III. QUESTIONNAIRE + DOCUMENTS REPONSES :

#### A. Etude technologique :

*L'objectif de l'étude technologique est de faire l'inventaire des éléments normalisés en vue de leurs achats. Pour répondre à ces questions utiliser les nomenclatures (annexe 2 et 3) .*

☒ **Donner** la désignation normalisée des éléments filetés repère 10 du dessin d'ensemble :

☒ **Indiquer** à quelle famille appartient le matériau de la pièce 1 (X 2 Cr Ni Mo 17. 12), **justifier** son utilisation :

☒ **Caractériser** le type d'étanchéité réalisée entre les groupes de pièces suivants :

- a) Remplir par des croix le tableau ci dessous,
- b) indiquer pour le type de joint d'étanchéité (s'il existe) le repère et le nom de la pièce.

	Statique	Dynamique	Type de joint d'étanchéité
Etanchéité entre 21 / 16			
Etanchéité entre 16 / 20			

#### B. Etude de statique :

*L'objectif de l'étude de statique est de déterminer les actions mécaniques agissant sur les roulements en vue de leur dimensionnement.*

##### 1. Hypothèses :

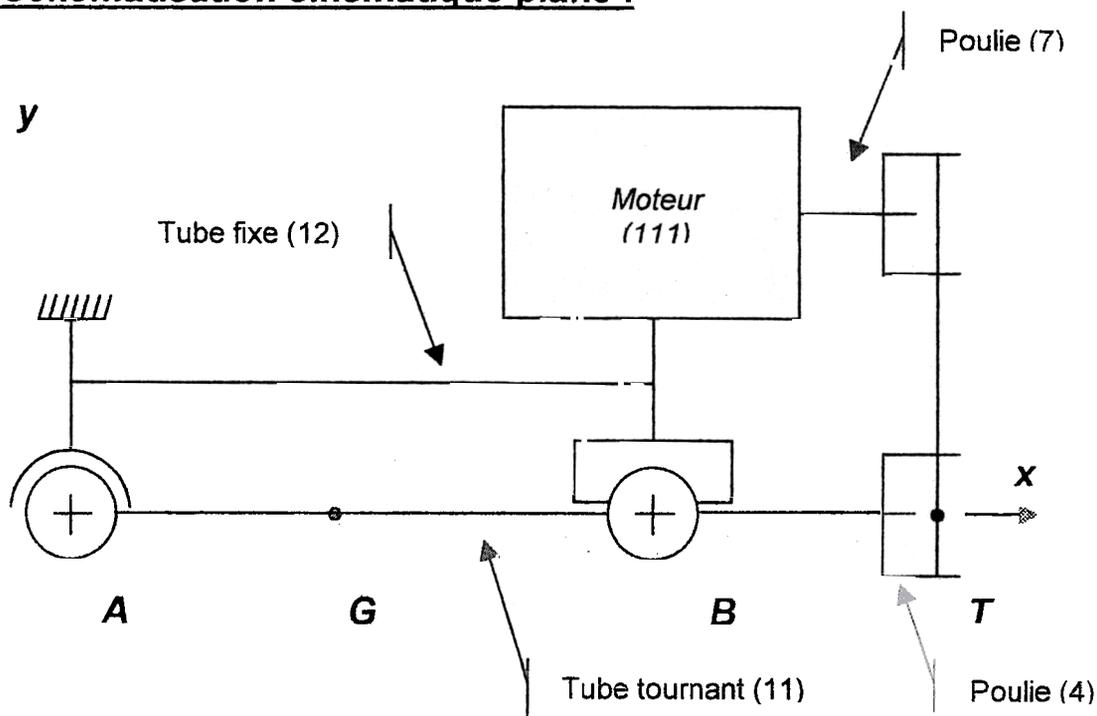
Le système matériel isolé sera la partie tournante du mécanisme. Une étude de statique pourra être réalisée sachant que la vitesse angulaire est uniforme (l'accélération angulaire du rotor / bâti est nulle).

- ⇒ Le système admet un plan de symétrie pour la géométrie et les actions mécaniques  $(O, \vec{x}, \vec{y})$ ,
- ⇒ toutes les liaisons sont supposées parfaites,
- ⇒ la différence de pression entre l'amont et l'aval sera négligée (action du fluide sur la surface en sortie).

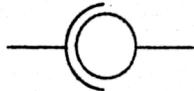
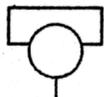
##### 2. Données :

- ⇒ La masse du rotor rempli d'eau est de 265 Kg,
- ⇒ l'accélération de pesanteur est de  $10 \text{ m/s}^2$ ,
- ⇒ l'effort radial des 2 brins de la courroie sur la poulie (4) est de 75 N,
- ⇒ les dimensions (mm) :  $\overline{AB}$  (1870,0,0) ;  $\overline{AG}$  (980,0,0) ;  
 $\overline{AT}$  (1930,0,0).

### 3. Schématisation cinématique plane :



☞ **Définir** les deux liaisons cinématiques du schéma précédent

	Nom, centre de liaison et orientation.
	
	

### 4. Questionnaire :

**SYSTEME MATERIEL ISOLE : Le rotor + l'eau (système en fonctionnement) :**

$$S = \{2, 3, 4, 10, 11, 14, 15, 18, 19, 20, 100, 108, 109, 110, 118, 119\}.$$

☞ **Compléter** le bilan des actions mécaniques extérieures

- ⇒ En A : Action de contact (liaison)
- ⇒ en B : Action de contact (liaison)
- ⇒ en T : Effort radial sur la poulie 4
- ⇒ en G

☞ **Calculer** la norme de la résultante de l'action mécanique extérieure de pesanteur en G:

➤ **Réaliser** les calculs préliminaires permettant d'appliquer le principe fondamental de la statique (réduction des torseurs au même point) :

Les résultantes sont exprimées en N et les moments en N . m

<b>Bilan des actions mécaniques Extérieures</b>		<b>Réduction des torseurs au même point (calcul du moment en A)</b>	<b>Torseur en A</b>
Action de contact en A (liaison) : $\{\tau_{\text{Corps} \rightarrow S}\}$	$\begin{matrix} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \Bigg _R$		$\begin{matrix} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \Bigg _R$
Action de contact en B (liaison) : $\{\tau_{\text{Corps} \rightarrow S}\}$	$\begin{matrix} 0 & 0 \\ Y_B & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \Bigg _R$	$\vec{M}_{A(\text{Corps} \rightarrow S)} =$	$\begin{matrix} \dots & 0 \\ \dots & 0 \\ 0 & \dots \end{matrix} \Bigg _R$
Tension de la courroie en T : $\{\tau_{\text{Courroie} \rightarrow S}\}$	$\begin{matrix} 0 & 0 \\ 75 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \Bigg _R$	$\vec{M}_{A(\text{Courroie} \rightarrow S)} =$	$\begin{matrix} \dots & 0 \\ \dots & 0 \\ 0 & \dots \end{matrix} \Bigg _R$
<b>Action en G</b> On utilisera le résultat ci contre	$\begin{matrix} 0 & 0 \\ -2600 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \Bigg _R$	$\vec{M}_{A(\text{Action en G} \rightarrow S)} = \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ -2548 \times 10^3 \text{ Nmm} \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} 0 & 0 \\ -2600 \text{ N} & 0 \\ 0 & -2548 \text{ Nm} \end{matrix} \Bigg _R$	

➤ **Ecrire** le principe fondamental de la statique et en déduire les 3 équations dans le plan de symétrie  $(O, \vec{x}, \vec{y})$  :

⇒ Equation de la résultante sur x (1)

⇒ Equation de la résultante sur y : . . . (2)

⇒ Equation du moment résultant sur z: (3)



**Avec la puissance motrice minimum calculée précédemment, on a choisi un moteur asynchrone triphasé fermé avec rotor en court circuit :**

**$N = 2760 \text{ tr/min}$  et  $P = 3 \text{ KW}$**

☒ **Calculer** le rapport de transmission du système poulie / courroie

Expression littérale :

$\omega_{\text{moteur}} / \omega_{\text{rotor}} =$

Application numérique :

$\omega_{\text{moteur}} / \omega_{\text{rotor}} =$

☒ **Calculer** le diamètre primitif de la poulie motrice en mm

Expression littérale :

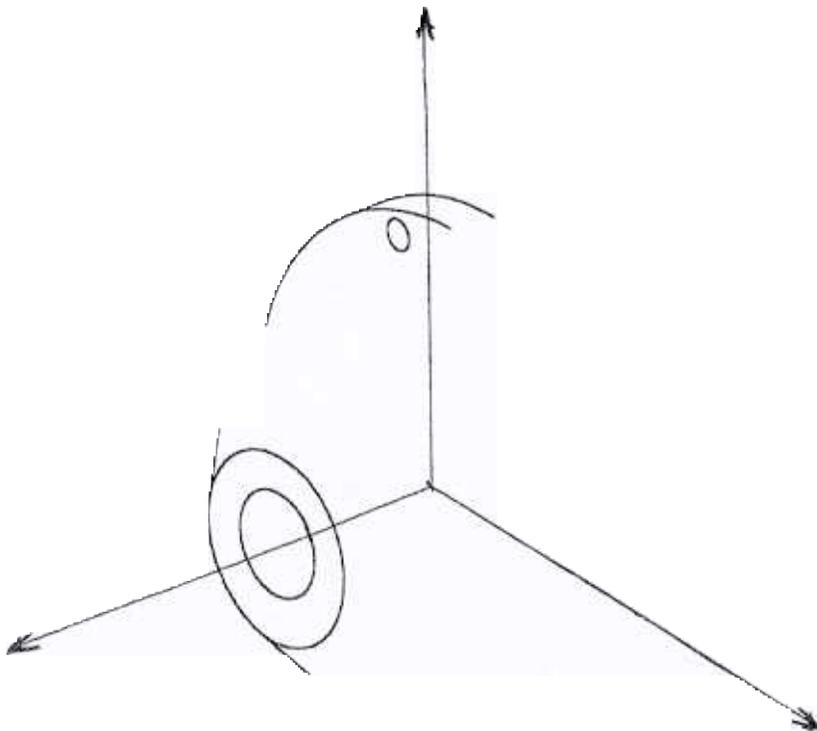
$\varnothing_{\text{primitif moteur}} =$

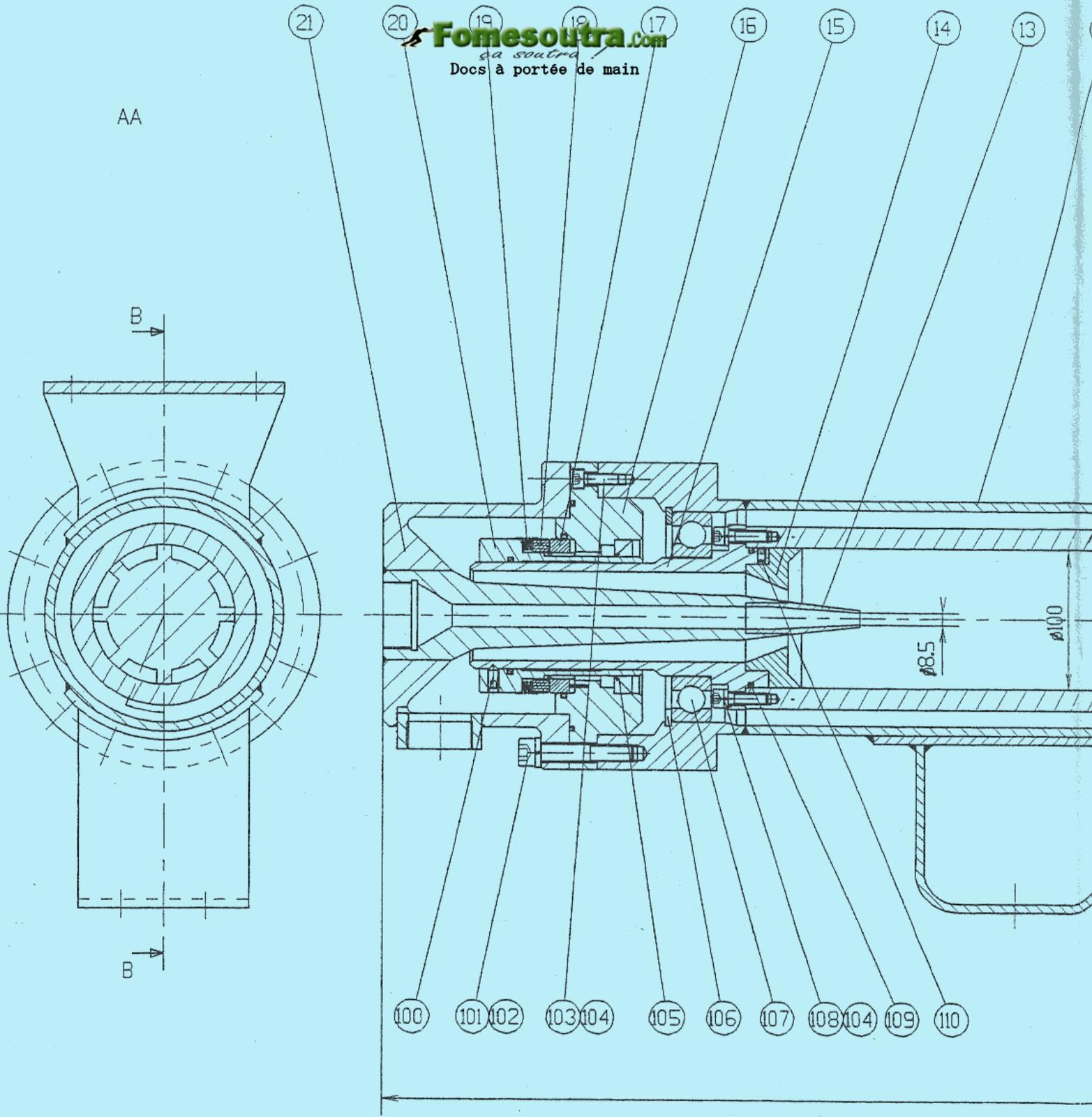
Application numérique :

$\varnothing_{\text{primitif moteur}} =$

### D. Etude graphique

☒ **Terminer** le tracé à main levée de la pièce 1.  
 Les arêtes cachées ne seront pas représentées



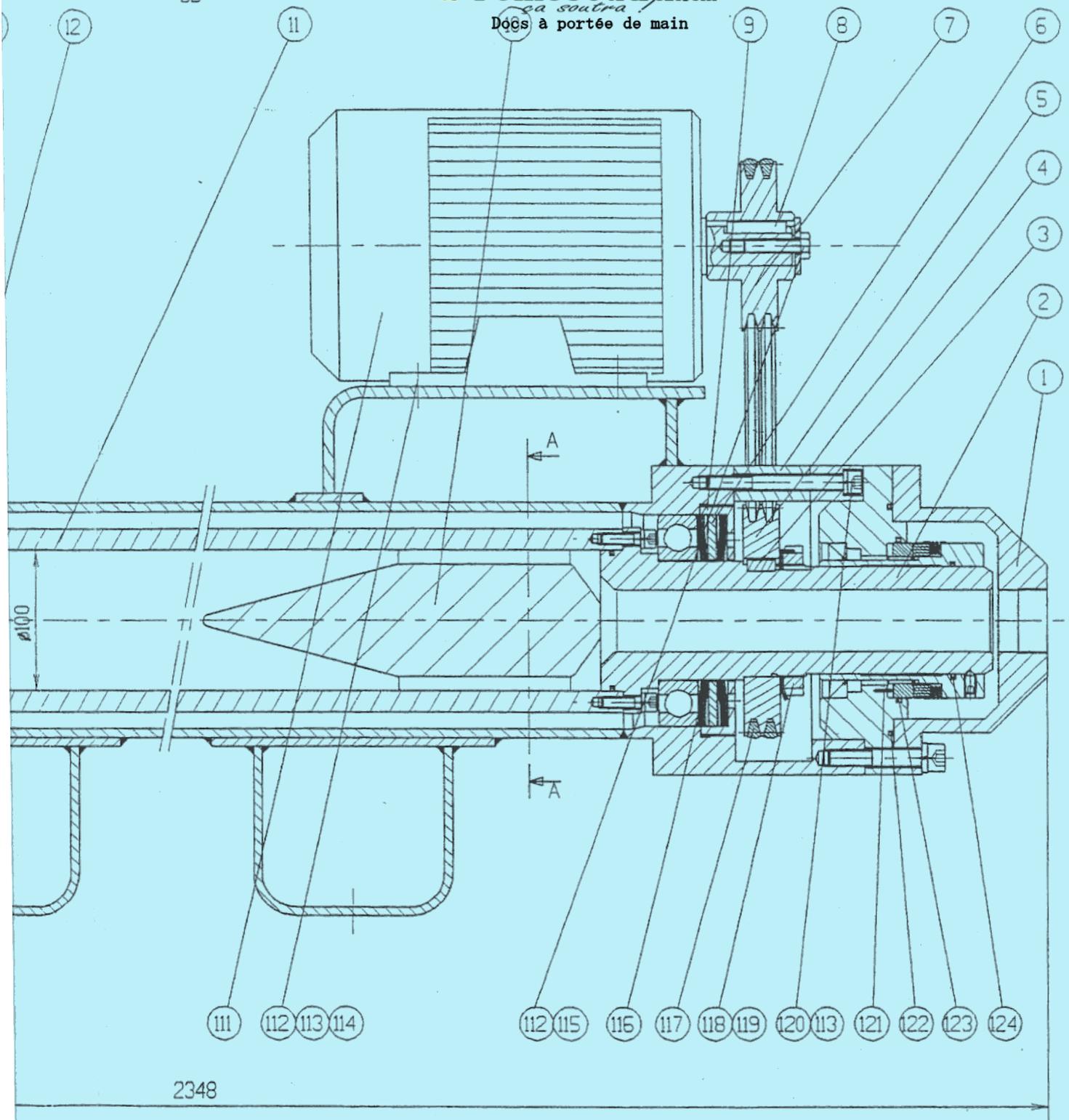


PRESSION EN SERVICE = 20 Bar  
VITESSE EN SERVICE = 2000 tr/mn  
TEMPERATURE MINI = -20°C  
TEMPERATURE MAXI = 90°C  
CAPACITE = 18 Litres

BB

Fomesoutra.com

Dôcs à portée de main



2348

NOTA :

Le capot de protection du système de transmission n'est pas représenté  
 La vis repère 122-123 est ramenée dans le plan de coupe BB



SEPARATEUR Liquide / Liquide [FP 2]

Format : A3

Ech. 1 : 4

Dessin d'ensemble

Dessiné par :  
MB

BAC STI Génie Electronique -

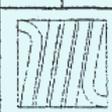
BAN 1 - ANNEXE 1

Repère : IEELMEJ

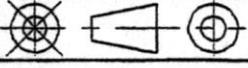


21	1	Aiguillage	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	Mécano – soudé
20	2	Etanchéité mobile	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
19	2	Soufflet		
18	2	Bague d'usure	Carbone	
17	2	Bague fixe	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
16	2	Etanchéité fixe	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
15	1	Arbre de sortie	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
14	1	Col	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
13	1	Embout Dia 8,5 mm	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
12	1	Corps	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	Mécano – soudé
11	1	Tube tournant	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
10	1	Roue à canaux	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
9	1	Bague d'arrêt	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
8	1	Clavette moteur	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
7	1	Poulie moteur	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
6	1	Rondelle	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
5	1	Renfort	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
4	1	Poulie rotor	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
3	1	Clavette rotor	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
2	1	Arbre d'entrée	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	
1	1	Bride d'entrée	X 2 Cr Ni Mo 17 . 12	8 perçages Ø 9 à 45° pour fixation

Rep	Nb	Désignation	Matériau	Observations
		 SEPARATEUR Liquide / Liquide [FP 2]		
Format : A4		Nomenclature – Eléments fabriqués		
Ech. 1 : 1				
Dessiné par : MB		BAC STI Génie Electronique –		
		BAN2 – ANNEXE 2		Repère : IEELMEJ



124	2	Joint torique d = 5,33 mm	Nitrile	Dia=75 mm
123	2	Joint torique d = 5,33 mm	Nitrile	Dia=110 mm
122	2	Joint torique d = 5,33 mm	Nitrile	Dia=158 mm
121	2	Goupille	Inox - Classe 8-8	Dia=2 mm - Lg=12 mm
120	2	Vis CHC M10 x 100	Inox - Classe 8-8	
119	1	Rondelle à encoches M80	Inox - Classe 8-8	
118	1	Ecrou à encoches M80	Inox - Classe 8-8	
117	2	Courroie SPZ		Lg=1150 mm
116	12	Rondelle élastique		Borrelly N°6217
115	1	Rondelle LL M10	Inox - Classe 8-8	
114	4	Ecrou M10	Inox - Classe 8-8	
113	6	Rondelle W M10	Inox - Classe 8-8	
112	5	Vis H M10 x 35	Inox - Classe 8-8	
111	1	Moteur asynchrone		P=3 kW
110	3	Vis HC PL M6 x 10	Inox - Classe 8-8	
109	2	Joint torique d = 5,33 mm	Nitrile	Dia=100 mm
108	16	Vis CHC M8 x 30	Inox - Classe 8-8	
107	2	Roulement à billes	Classe 3	85 BC 02
106	1	Anneau Elastique intérieur		Dia=150 mm
105	2	Joint à 1 lèvre	Nitrile	Dia=85 mm
104	24	Rondelle W M8	Inox - Classe 8-8	
103	8	Vis CHC M8 x 25	Inox - Classe 8-8	
102	16	Rondelle W M12	Inox - Classe 8-8	
101	16	Vis	Inox - Classe 8-8	
100	2	Vis HC TR M8 x 16	Inox - Classe 8-8	8 vis sur pièce 21. 8 sur 1
Rep	Nb	Désignation	Matériau	Observations

 Format : A4 Ech. 1 : 1	SEPARATEUR Liquide / Liquide [FP 2]	
	Nomenclature - Elements du commerce	
Dessiné par : MB	BAC STI Génie Electronique -	
BAN3 - ANNEXE 3		Repère : IEELMEJ



**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2002**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**SYSTEME D'EXTRACTION  
DE PETROLE EN MER**

**Analyse fonctionnelle du système : A1 à A3**

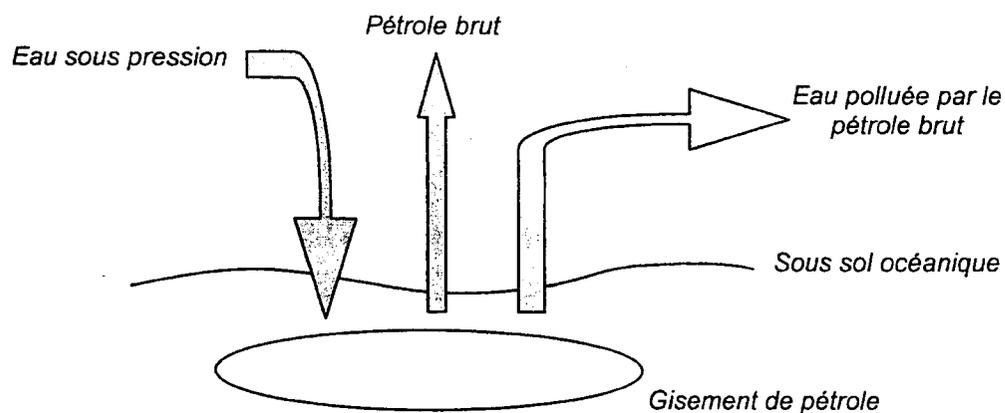
## I. PRESENTATION DU SYSTEME :

### A. Thème de l'étude :

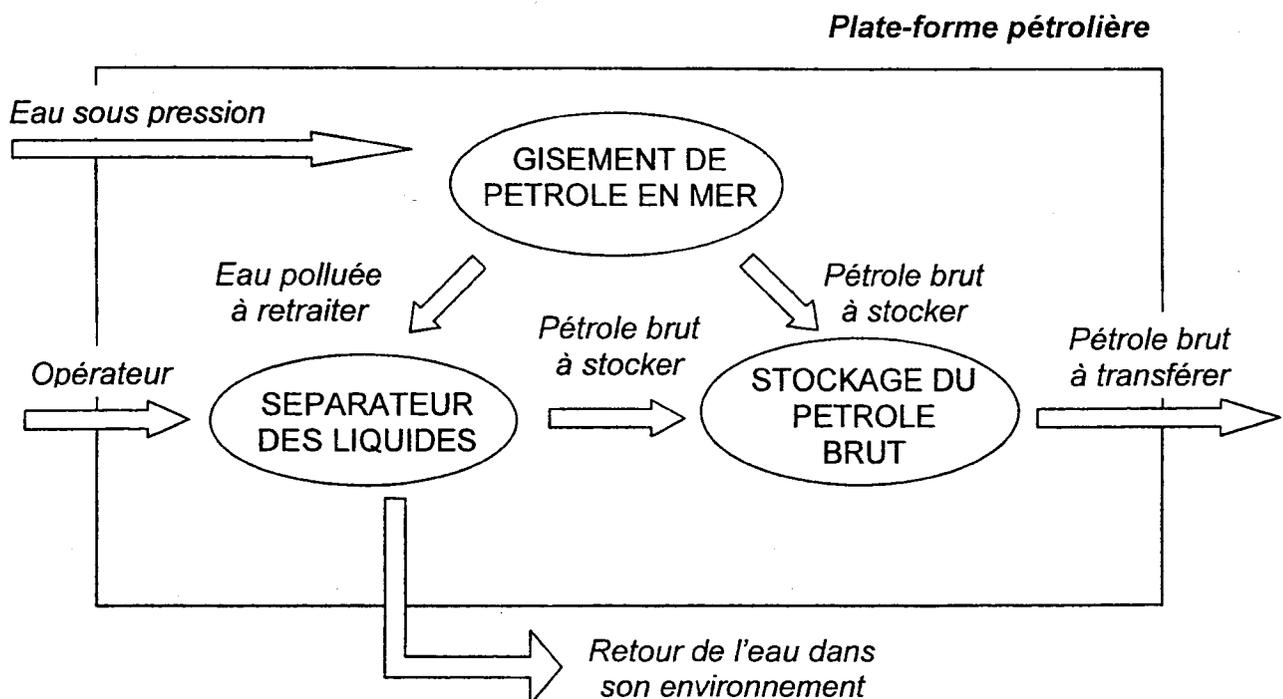
Le système étudié est utilisé par des sociétés d'exploitation pétrolière pour effectuer l'extraction de pétrole brut en mer.

L'utilisation d'un procédé d'extraction du pétrole brut par utilisation d'eau sous pression demanda la conception d'un matériel permettant le retraitement de l'eau avant son rejet dans l'environnement. Par conséquent, il fut nécessaire de mettre au point un système de séparation liquide/liquide (eau de mer / pétrole brut) simple et efficace.

Définition du procédé : De l'eau de mer sous pression est utilisée pour récupérer le pétrole brut. Cette eau est par conséquent polluée par ce pétrole brut.



### B. Diagramme sagittal :



## C. Les différents éléments du système :

### 1 - Gisement de pétrole en mer :

Réserve de pétrole brut à extraire dans les sous sols océaniques.

### 2 - Stockage du pétrole brut :

Le pétrole brut est temporairement stocké sur la plate-forme pétrolière et ensuite transféré vers les raffineries.

### 3 - Séparateur des liquides :

Objet technique étudié dans ce sujet : cet objet permet d'extraire le pétrole brut contenu dans l'eau de mer utilisée pour l'extraction.

## II. PRESENTATION DE L'OBJET TECHNIQUE :

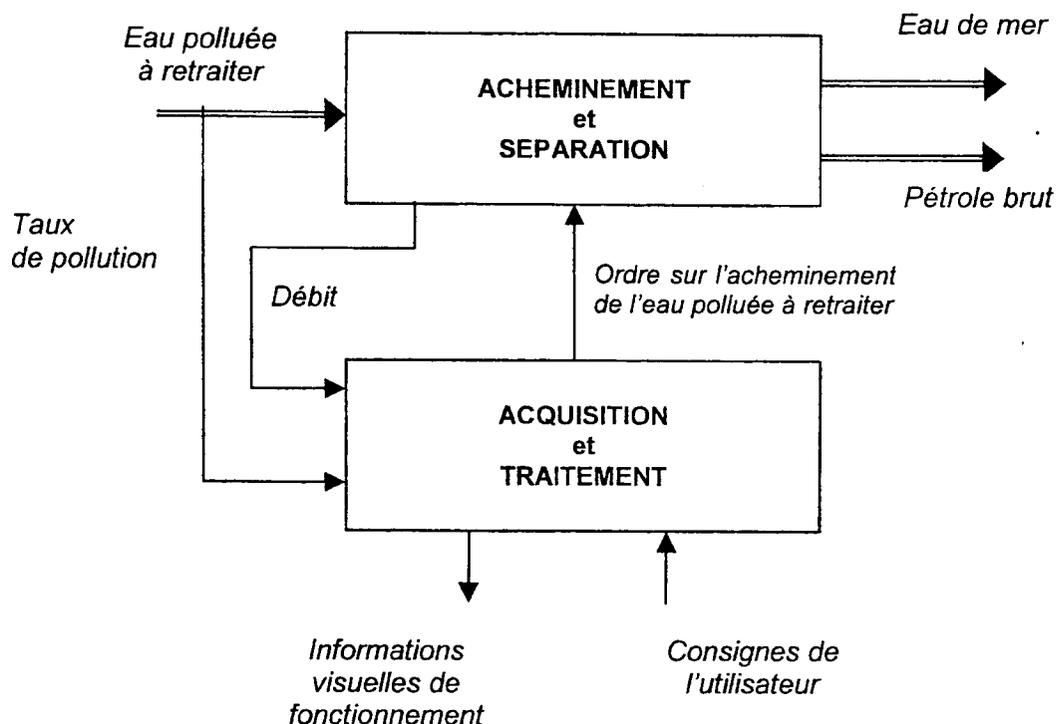
### A. Description :

L'objet technique assure la séparation de l'eau de mer et du pétrole brut qu'elle contient suite à l'extraction. Cette méthode nécessite une parfaite maîtrise des différentes étapes intervenant dans le processus. Elle se compose de :

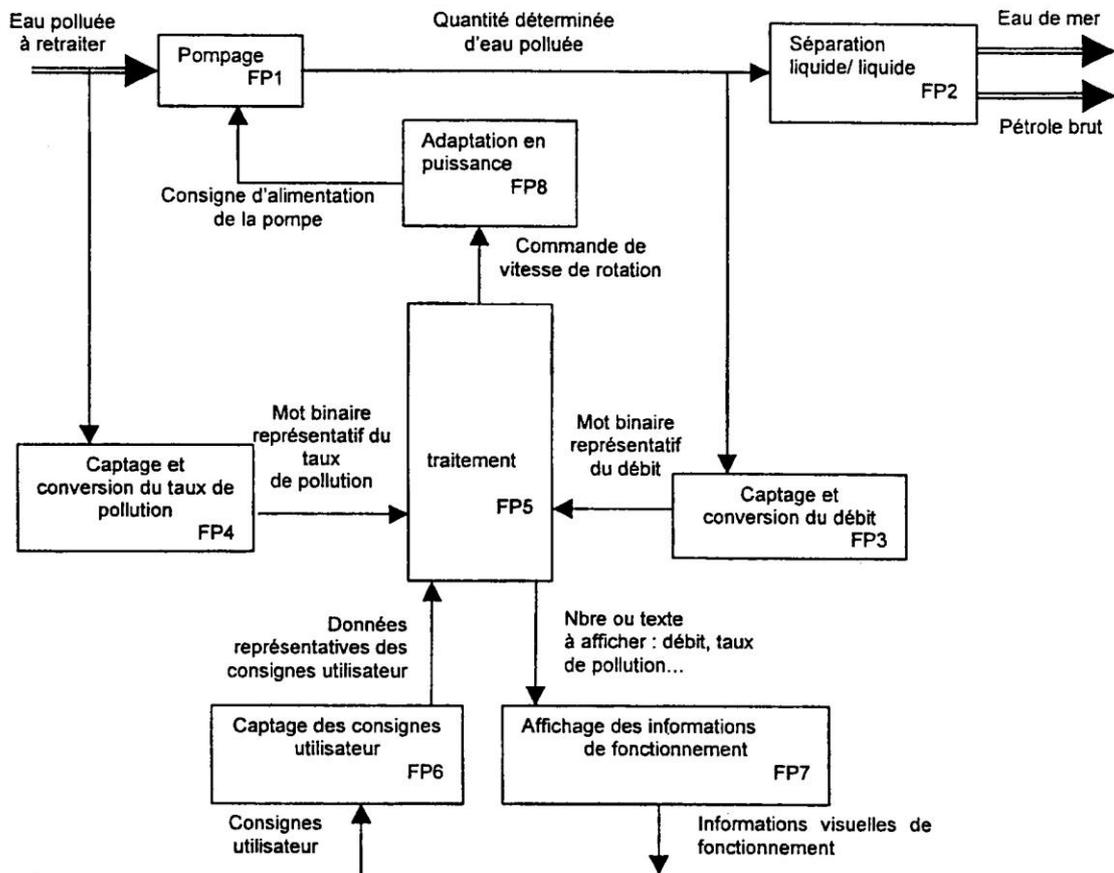
- ⇒ L'acquisition du débit et du taux (%) de pollution pour optimiser la séparation,
- ⇒ Le traitement des données pour la commande de pompage,
- ⇒ la séparation physique des deux liquides en utilisant la différence de masse volumique (eau de mer – pétrole brut).

Cette opération peut s'effectuer avec des taux (%) de pollution différents. Il suffit d'intervenir sur la séparation physique des deux liquides.

### B. Analyse fonctionnelle de niveau 2 :



### C. Analyse fonctionnelle de premier degré :



*FP1 « Pompage »* : assure l'alimentation, d'après une consigne, en eau polluée de FP2.  
*FP2 « Séparation liquide / liquide »* : assure la séparation de l'eau et des hydrocarbures contenus dans celle-ci.

*FP3 « Captage et conversion du débit »* : transforme l'information débit en mot binaire image de ce débit.

*FP4 « Captage et conversion du taux de pollution »* : transforme l'information taux de pollution en mot binaire image de ce taux.

*FP5 « Traitement »* : à partir des informations débit, taux de pollution et des consignes utilisateur, crée une tension de commande de pompage d'eau pour optimiser le processus de séparation. Elle envoie des informations vers l'affichage (FP7) tels le débit, le taux de pollution et autres données de fonctionnement.

*FP6 « Captage des consignes utilisateur »* : permet à l'utilisateur d'entrer les consignes de fonctionnement ainsi que l'information qu'il souhaite voir afficher.

*FP7 « affichage »* : a pour rôle de convertir les données provenant de FP5 en signal lumineux compréhensible.

*FP8 « Adaptation en puissance »* : permet de transformer une tension de commande en tension compatible avec la pompe.

IEELMEJ

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIE INDUSTRIELLES**

**Spécialité générale électronique**

**Session 2002**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**SYSTEME D'EXTRACTION  
DE PETROLE EN MER**

**CORRIGE**

**Partie électronique:**

- Documents CR1 à CR5

IEELMEJ

Q.1 Elimination du risque de polarisation des électrodes.

**CORRIGE**

Q.2 TR3 technologie bipolaire type PNP,

TR5 technologie MOS type canal N.

Q.3 et Q.4 Tableau 1

	TR5	TR3	TR1	TR6	TR9	TR8	TR4	TR2	TR7	Signe I <sub>bob</sub>
F = 0	B	B	B	B	B	P	P	P	P	>0
F = 1	P	P	P	P	P	B	B	B	B	<0

Q.5  $I > 0, B = k I > 0$

$I < 0, B = k I < 0$  d'où B alternatif.

Q.6  $I_{bob} = 88,2 \text{ mA}$ .

Q.7  $D_1$  et  $D_2$  protègent respectivement les transistors Tr1 et Tr2 lorsqu'ils se bloquent contre les surtensions provoquées par l'élément inductif.

Q.8  $U_1^+ = R_{shunt} I_{ref}$ .

Q.9  $U'_{ref} = I_{ref} R_{shunt} ( 1 + R_{17} / R_{18} )$ .

Q.10  $R_{17} = ( U'_{ref} / (I_{ref} R_{shunt}) - 1 ) R_{18} = 660 \text{ k}\Omega$ .

Q.11  $R_{17} = 560 \text{ k}\Omega$ .

Pour rester inférieur à 5V, il faut que R normalisée < ou = R calibrée.

2.12  $Pd_{R_{shunt} \text{ max}} = I_{ref \text{ max}}^2 R_{shunt} = 8,1 \text{ mW}$ .

$8,1 \text{ mW} < 250 \text{ mW}$ , la valeur de la puissance est OK.

Q.13 filtre passe bas  $f_0 = 1 / ( 2\pi RC ) = 31 \text{ Hz}$ .

Q.14 Atténuation ou élimination des perturbations de fréquence supérieure à 31Hz, par contre le fondamental de I<sub>ref</sub> (10Hz) est transmis.

Q.15  $V_e = R_{25} I'$ .

Q.16  $V_{S1} - V_{S2} = ( R_{23} + R_{25} + R_{31} ) * I'$ .

Q.17  $V_{S1} - V_{S2} = ( R_{23} + R_{31} ) I' + V_e = ( R_{23} + R_{25} + R_{31} ) * V_e / R_{25} = K_1 V_e$ .

Avec  $K_1 = 1 + ( R_{23} + R_{31} ) / R_{25} = 11$ .

Q.18  $V_{U3B} = ( V_{S3} R_{19} + V_{S1} R_{20} ) / ( R_{19} + R_{20} )$

IEELMEJ

# CORRIGE

**Q.19**  $V_{U3B} = V_{S2} R_{33} / (R_{33} + R_{32})$

**Q.20**  $V_{S3} = -(R_{20} / R_{19}) (V_{S1} - V_{S2}) = K_2 (V_{S1} - V_{S2})$

Avec  $K_2 = - R_{20} / R_{19} = -17,8$

**Q.21**  $V_{S3} = K_1 K_2 V_e = K_3 V_e$

Avec  $K_3 = K_1 K_2 = -196$

**Q.22**

S1	R1	S2	R2
0	$R_{26} + (R_{dson} \cdot R_{27}) / (R_{dson} + R_{27})$	0	$R_{21} + (R_{dson} \cdot R_{22}) / (R_{dson} + R_{22})$
1	$R_{26} + R_{27}$	1	$R_{21} + R_{22}$

$R_{dson} = 115\Omega$  (typ)  $\ll R_{26} = 10k\Omega$

$\ll R_{21} = R_{22} = 820k\Omega$

$\ll R_{27} = 68k\Omega$

**Q.23**  $K_4 = V_{S4} / V_{S3} = - (R_{21} + k_{S2} R_{22}) / (R_{26} + k_{S1} R_{27})$

**Q.24** Tableau 3

S1	S2	Expression littérale $K_4 = V_{S4} / V_{S3}$	Valeur numérique
0	0	$K_4 = - R_{21} / R_{26}$	$K_4 = - 47$
0	1	$K_4 = - (R_{21} + R_{22}) / R_{26}$	$K_4 = - 129$
1	0	$K_4 = - R_{21} / (R_{26} + R_{27})$	$K_4 = - 6$
1	1	$K_4 = - (R_{21} + R_{22}) / (R_{26} + R_{27})$	$K_4 = - 16,5$

**Q.25** Le changement de polarité est nécessaire pour que la tension soit toujours positive à l'entrée du CAN quelque soit le signe de  $V_e$  (dépendant du champ B alternatif).

**Q.26**  $V_{R30} = 0V$

**Q.27**  $V_{S5} = - V_{S4}$

**Q.28**  $V_{R29} = V_{R30} = 0V$

**Q.29**  $V_{S5} = V_{S4}$

**Q.30** Si  $V_{S4} > 0$  il faut  $S3 = 1$  pour que  $V_{S5} > 0$ .

Si  $V_{S4} < 0$  il faut  $S3 = 0$  pour que  $V_{S5} > 0$ .

IEELMEJ

# CORRIGE

- Q.31 Résolution de 8bits.  
 Q.32 quantum = 19,6 mV,  $V_{RH} - V_{RL} = 5V$   
 Q.33 Registre ADCTL à l'adresse \$1030.  
 Q.34

MULT	SCAN	Mode de fonctionnement
0	0	Conversion unique, 4 fois de suite, d'un seul canal
0	1	Conversion répétitive, 4 fois de suite, d'un seul canal
1	0	Conversion unique et à la suite des 4 canaux sélectionnés
1	1	Conversion répétitive et à la suite des 4 canaux sélectionnés

- Q.35 Contenu du registre : % 0 0 0 1 0 0 X X  
 Notation sur : Scan = 0 ; Mult = 1 ; CD = CC = 0 ; CA et CB sont inutilisés.  
 Q.36 Registre ADR2 à l'adresse \$1032.  
 Q.37 Mot binaire si  $V_{SS} = 2,38V \rightarrow \% 0 1 1 1 1 0 0 1$  (121)d ou  $\rightarrow \% 0 1 1 1 1 0 1 0$  (122)d  
  
 Q.38 Rappel  $K1 = 11$ ,  $K2 = -17.8$ ,  $K3 = -196$ ,  $K4 = -6$   
 $V_{SS} = - K_3 K_4 V_e \rightarrow k = 1176$   
 Q.39  $V_e = 200\mu V \rightarrow V_{SS} = 0,235V$   
 Q.40  $NV_{SS} = \% 00001100$   
 Q.41  $P\% = 8,3\%$   
 Q.42 Amplification de 47  $\rightarrow S1 = S2 = 0$   
 Q.43  $VS5 = 1,84V$   $NVS25 = \%01011110$   
 Q.44  $P\% = 1,06\%$   
 Q.45 La précision est très nettement augmentée lors de la seconde mesure par l'optimisation de l'amplification, c'est l'intérêt de la mesure en « dual slope ».  
  
 Q.46 RAM.  
 Q.47 ROM, EPROM.  
 Q.48 Doc 68HC11  $\rightarrow$  taille max du programme = 20ko  
 Q.49 Electrically Erasable Programmable Read Only Memory  
 Mémoire morte effaçable et programmable électriquement.  
 Q.50 Doc 68HC11 512 Octets.  
 Q.51 Adresse de fin de l'EEPROM : \$ B7FF

# CORRIGE

**Q.52** Eteindre les afficheurs

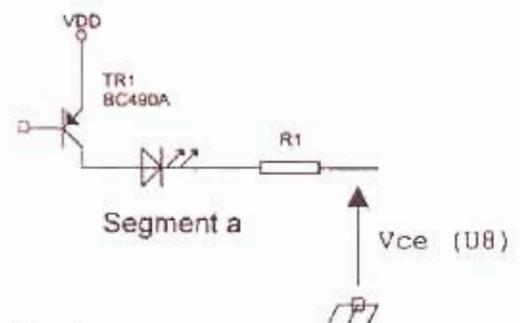
Répéter

- Présenter code caractère1 sur segments-afficheurs ;
- Allumer Afficheurs1 ;
- Attendre ;
- Eteindre Afficheur1 ;
- Présenter code caractère2 sur segments-afficheurs ;
- Allumer Afficheurs2 ;
- Attendre ;
- Eteindre Afficheur2 ;
- .....
- Présenter code caractèreN sur segments-afficheurs ;
- Allumer AfficheurN ;
- Attendre ;
- Eteindre AfficheurN;

Jusqu'à FIN

**Q.53** Etage de sortie : Collecteur ouvert.

**Q.54** Schéma structurel simplifié de la maille :



**Q.55** U8(18) et PB0 doivent être à l'état bas.

**Q.56** Allumage des afficheurs :  $1/4T$ ,  $I_{Fmax} = 4 \times 10 = 40 \text{ mA}$

**Q.57**  $I_{Fmax} < \text{Peak forward current per segment (45 mA)}$

**Q.58**  $V_{CEsat} (U8) = 0,9V$

$V_{ECsat} (BC490) = 0,25V$

$V_F = 2,4V$

$R1 = (V_{DD} - (V_{CEsat} (U8) + V_{ECsat} (BC490) + V_F)) / I_C = (5 - 3,55) / 0,04 = 36,2 \Omega$

**Q.59** 7 segments et le point décimal :  $I_{Cmax} = 8 \times 40 = 320 \text{ mA}$

**Q.60**  $I_{Breal} = 4,3mA$

$I_{Bsat} = 2,3mA$   $I_{Breal} > I_{Bsat}$  donc le transistor est saturé.

IEELMEJ

# CORRIGE

Q.61 Tableau 4

PC 7	PC 6	PC 5	PC 4	PC 3	PC 2	PC 1	PC 0	PB 3	PB 2	PB 1	PB 0	Caractère	Afficheur
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	C	Aff1
0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	o	Aff2
0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	d	Aff3
1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	E <sub>•</sub>	Aff4

**EXTRACTION DE PETROLE**

**Proposition de barème**

**1<sup>ère</sup> partie**

**Questions 1 - 7 /11**

Q.1 /1  
 Q.2 /2  
 Q.3 /2  
 Q.4 /1  
 Q.5 /1  
 Q.6 /2  
 Q.7 /2

**Questions 8 - 14 /11**

Q.8 /1  
 Q.9 /2  
 Q.10 /2  
 Q.11 /1  
 Q.12 /1  
 Q.13 /2  
 Q.14 /2

**Questions 15 - 21 /10**

Q.15 /1  
 Q.16 /1  
 Q.17 /2  
 Q.18 /1  
 Q.19 /1  
 Q.20 /2  
 Q.21 /2

**Questions 22 - 24 /8**

Q.22 /3  
 Q.23 /2  
 Q.24 /3

**Questions 25 - 30 /9**

Q.25 /1  
 Q.26 /1  
 Q.27 /2  
 Q.28 /1  
 Q.29 /2  
 Q.30 /2

**Questions 31 - 37 /11**

Q.31 /1  
 Q.32 /2  
 Q.33 /1  
 Q.34 /2  
 Q.35 /2  
 Q.36 /1  
 Q.37 /2

**Questions 38 - 45 /14**

Q.38 /2  
 Q.39 /2  
 Q.40 /2  
 Q.41 /1  
 Q.42 /2  
 Q.43 /2  
 Q.44 /1  
 Q.45 /2

**2<sup>ème</sup> partie**

**Questions 46 - 51 /7**

Q.46 /1  
 Q.47 /1  
 Q.48 /1  
 Q.49 /1  
 Q.50 /1  
 Q.51 /2

**Questions 52 - 61 /19**

Q.52 /2  
 Q.53 /1  
 Q.54 /1  
 Q.55 /2  
 Q.56 /2  
 Q.57 /1  
 Q.58 /2  
 Q.59 /1  
 Q.60 /3  
 Q.61 /4

**TOTAL → 100**

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIE INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2002**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**SYSTEME D'EXTRACTION  
DE PETROLE EN MER**

**CORRIGE**

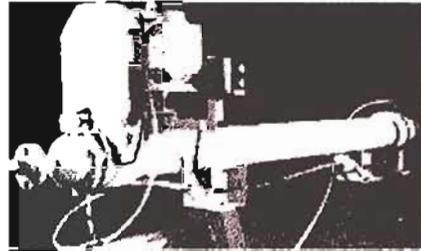
**Partie mécanique et construction :**

Documents réponses : B1 à B6

IEELMEJ

## I. THEME DE L'ETUDE :

Pour la partie construction mécanique, vous allez étudier la partie physique de la séparation des liquides (FP2). La solution technologique retenue est la création d'un champ de vitesse pour utiliser la différence de masse



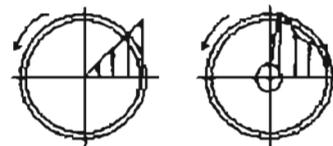
pour utiliser la différence de masse volumique des liquides :

⇒ Masse volumique de l'eau  $\approx 1 \text{ Kg/dm}^3$

⇒ Masse volumique d'un hydrocarbure  $\approx 0,9 \text{ Kg/dm}^3$

## II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :

La séparation du pétrole brut et de l'eau de mer est réalisée grâce à un écoulement tourbillonnaire du fluide (vortex) engendré par la rotation et la forme de la chambre de séparation des liquides. Le champ des vitesses générées par le tourbillon va créer un champ d'accélération environ dix fois plus important que le simple effet centrifuge.



sans vortex

avec vortex

Profil des vitesses tangentielles

La différence de masse volumique entre les liquides va donc diriger les particules de fluides plus lourdes vers l'extérieur et les plus légères vers le centre, nous avons donc une accumulation de pétrole brut sur l'axe du tube. Il suffit, ensuite, d'adapter la géométrie de la sortie pour pouvoir le récupérer.

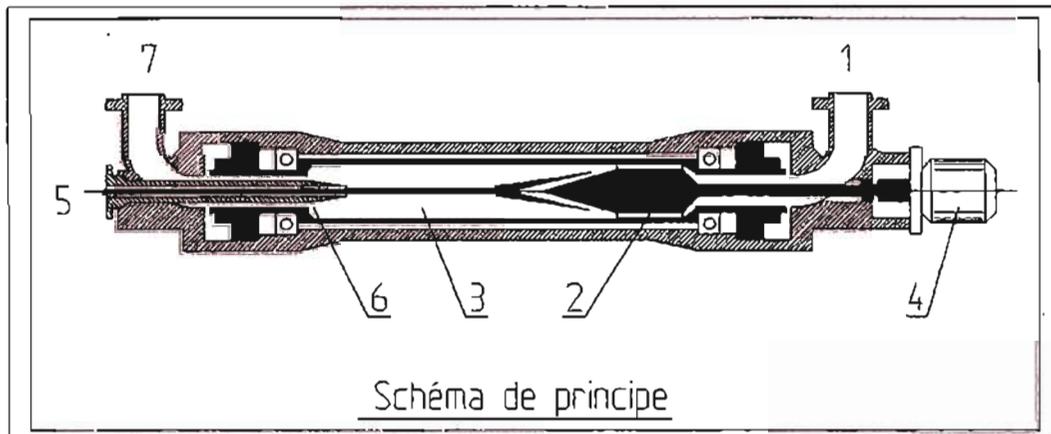


Schéma de principe

- |   |         |
|---|---------|
| 1 : Entrée du fluide (le % de pétrole peut varier) .....          | Rep 1.  |
| 2 : Mise en rotation du fluide et création du phénomène vortex .. | Rep 10. |
| 3 : Chambre de séparation des liquides .....                      | Rep 11. |
| 4 : Moteur de mise en rotation du système .....                   | Rep 111 |
| 5 : Sortie du pétrole brut .....                                  | Rep 21. |
| 6 : Séparation géométrique des liquides .....                     | Rep 14. |
| 7 : Sortie de l'eau de mer .....                                  | Rep 21. |

Les repères ci-dessus sont à rapporter au Document BAN1 – Annexe 1

### III. QUESTIONNAIRE + DOCUMENTS REPONSES

#### A. Etude technologique

*L'objectif de l'étude technologique est de faire l'inventaire des éléments normalisés en vue de leurs achats. Pour répondre à ces questions, viser les nomenclatures (annexe 2 et 3).*

➤ **Donner** la désignation normalisée des éléments filetés repère 101 du dessin d'ensemble :

... VIS CHC M12 X 70. ....

➤ **Indiquer** à quelle famille appartient le matériau de la pièce 1 (X 2 Cr Ni Mo 17. 12), **justifier** son utilisation : 0

Acier inox, milieu corrosif  
 .....

➤ **Caractériser** le type d'étanchéité réalisée entre les groupes de pièces suivants :

- a) Remplir par des croix le tableau ci dessous,
- b) indiquer pour le type de joint d'étanchéité (s'il existe) le repère et le nom de la pièce.

	Statique	Dynamique	Type de joint d'étanchéité
Etanchéité entre 21 / 16	X		torique
Etanchéité entre 16 / 20		X	A lèvres

#### B. Etude de statique :

*L'objectif de l'étude de statique est de déterminer les actions mécaniques agissant sur les roulements en vue de leur dimensionnement.*

##### 1. Hypothèses :

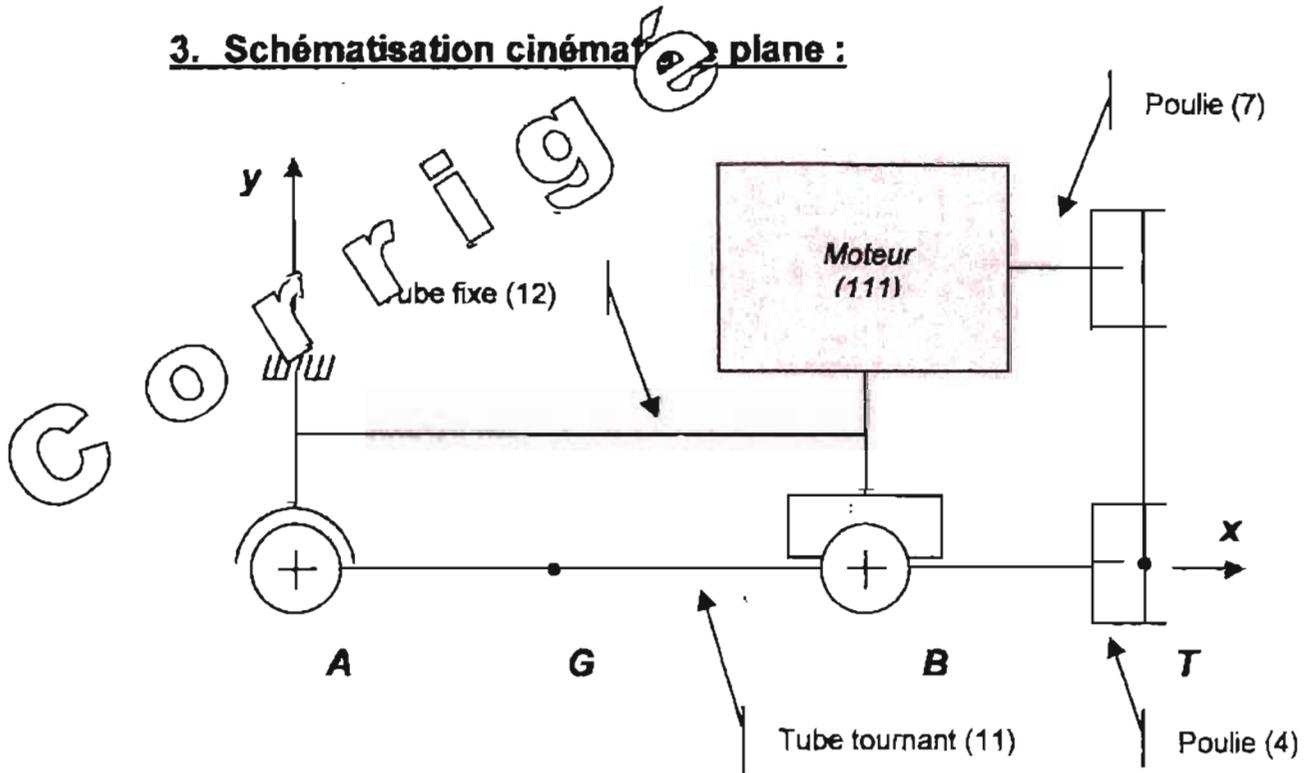
Le système matériel isolé sera la partie tournante du mécanisme. Une étude de statique pourra être réalisée sachant que la vitesse angulaire est uniforme (l'accélération angulaire du rotor / bâti est nulle).

- ⇒ Le système admet un plan de symétrie pour la géométrie et les actions mécaniques,  $(O, \bar{x}, \bar{y})$
- ⇒ toutes les liaisons sont supposées parfaites,
- ⇒ la différence de pression entre l'amont et l'aval sera négligée (action du fluide sur la surface en sortie).

##### 2. Données :

- ⇒ La masse du rotor rempli d'eau est de 265 Kg,
- ⇒ l'accélération de pesanteur est de  $10 \text{ m/s}^2$ ,
- ⇒ l'effort radial des 2 brins de la courroie sur la poulie (4) est de 75 N,
- ⇒ les dimensions (mm) :  $\overline{AB} (1870,0,0)$  ;  $\overline{AG} (980,0,0)$  ;  
 $\overline{AT} (1930,0,0)$ .

**3. Schématisation cinématique plane :**



➤ Définir les deux liaisons cinématiques du schéma précédent :

	Nom, centre de liaison et orientation.
	Rotule de centre A
	Linéaire annulaire (B,X)

**4. Questionnaire :**

**SYSTEME MATERIEL ISOLE : Le rotor + l'eau (système en fonctionnement) :**

$$S = \{2,3,4,10,11,14,15,18,19,20,100,108,109,110,118,119\}.$$

➤ Compléter le bilan des actions mécaniques extérieures :

- ⇒ En A : Action de contact (liaison)
- ⇒ en B : Action de contact (liaison)
- ⇒ en T : Effort radial sur la poulie 4
- ⇒ en G : Action de pesanteur ou action à distance

➤ Calculer la norme de la résultante de l'action mécanique extérieure de pesanteur en G: → → →

$$P = m \cdot g ; \quad \| P \| = 265 \cdot 10 = 2650 \text{ N}$$

➤ **Réaliser** les calculs préliminaires permettant d'appliquer le principe fondamental de la statique (réduction des torseurs au même point) :

Les résultantes sont données en N et les moments en N . m

Bilan des actions mécaniques Extérieures		Réduction des torseurs au même point (calcul du moment en A)	Torseur en A
Action de contact en A (liaison) : $\{T_{Corps \rightarrow S}\}_A$	$\begin{Bmatrix} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$	<del> <math>\vec{M}_{A(Corps \rightarrow S)} =</math> </del>	$\begin{Bmatrix} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$
Action de contact en B (liaison) : $\{T_{Corps \rightarrow S}\}_B$	$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_B & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$		$\vec{M}_{A(Corps \rightarrow S)} =$
Tension de la courroie en T : $\{T_{Courroie \rightarrow S}\}_T$	$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 75 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$	$\vec{M}_{A(Courroie \rightarrow S)} =$	$\begin{Bmatrix} .0.. & 0 \\ 75.. & 0 \\ 0 & 142.5 \end{Bmatrix}_R$
Action en G On utilisera le résultat ci contre	$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -2600 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$	$\vec{M}_{A(Action \text{ en } G \rightarrow S)} = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -2548 \times 10^3 & 0 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -2600 & 0 \\ 0 & -2548 \end{Bmatrix}_R$	

➤ **Ecrire** le principe fondamental de la statique et en déduire les 3 équations dans le plan de symétrie (O,x,y) :

$${}_A \{T_{corps \text{ Rot} \rightarrow S}\} + {}_A \{T_{corps \text{ L.A} \rightarrow S}\} + {}_A \{T_{courroie \rightarrow S}\} + {}_A \{T_{pesanteur \rightarrow S}\} = \vec{0}$$

⇒ Equation de la résultante sur x :  $X_A = 0$  (1)

⇒ Equation de la résultante sur y :  $Y_A + Y_B + 75 - 2600 = 0 \text{ N}$  (2)

⇒ Equation du moment résultant sur z :  $-Y_B - 75 + 2600 = 1239 \text{ N}$  (3)

C O R R I G E

➤ **Calculer** les inconnues du système :

(1)  $X_A = \dots 0$

(3)  $Y_B = \dots 1286 \text{ N}$

(2)  $Y_A = \dots 1239 \text{ N}$

➤ **Donner** les résultats des actions mécaniques agissant sur les roulements :

$$\left\{ \begin{matrix} \vec{T}_{\text{Corps} \rightarrow \text{S}} \\ A \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} . 0 . & 0 \\ 1240. & 0 \\ 0 & 0. \end{matrix} \right\}_R \Rightarrow \left\| \vec{A}_{\text{Corps} \rightarrow \text{S}} \right\| = 1239 \text{ N}$$

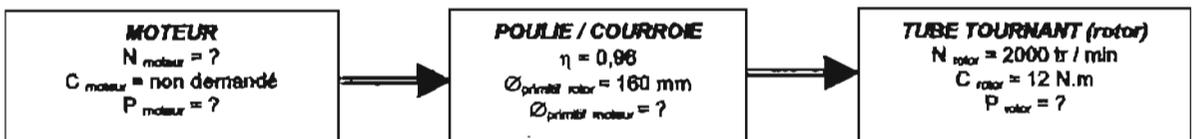
$$\left\{ \begin{matrix} \vec{T}_{\text{Corps} \rightarrow \text{S}} \\ B \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} . 0 . & 0 \\ 1286. & 0 \\ 0 & 0. \end{matrix} \right\}_R \Rightarrow \left\| \vec{B}_{\text{Corps} \rightarrow \text{S}} \right\| = 1286 \text{ N}$$

**C. Etude énergétique :**

*L'objectif de l'étude énergétique est de définir la puissance nécessaire à la mise en rotation de la machine. Cette puissance permettra :*

- ⇒ **de choisir le moteur,**
- ⇒ **de définir la taille des poulies pour la transmission de puissance.**

**1. Données :**



**2. Questionnaire :**

➤ **Calculer** la puissance nécessaire à la mise en rotation du rotor

$P_{\text{rotor}} = C_{\text{rotor}} \cdot \omega_{\text{rotor}} = 2513 \text{ W}$

➤ **Calculer** la puissance à fournir par le moteur :

$P_{\text{moteur}} = P_{\text{rotor}} / \eta = 2.6 \text{ KW}$

Avec la puissance motrice  $P_{\text{m}}^{\text{max}}$  calculée précédemment, on a choisi un moteur asynchrone diphasé fermé avec rotor en court circuit :

$n_s = 760$  tr/mn et  $P = 3$  KW

➤ **Calculer** le rapport de transmission du système poulie / courroie :

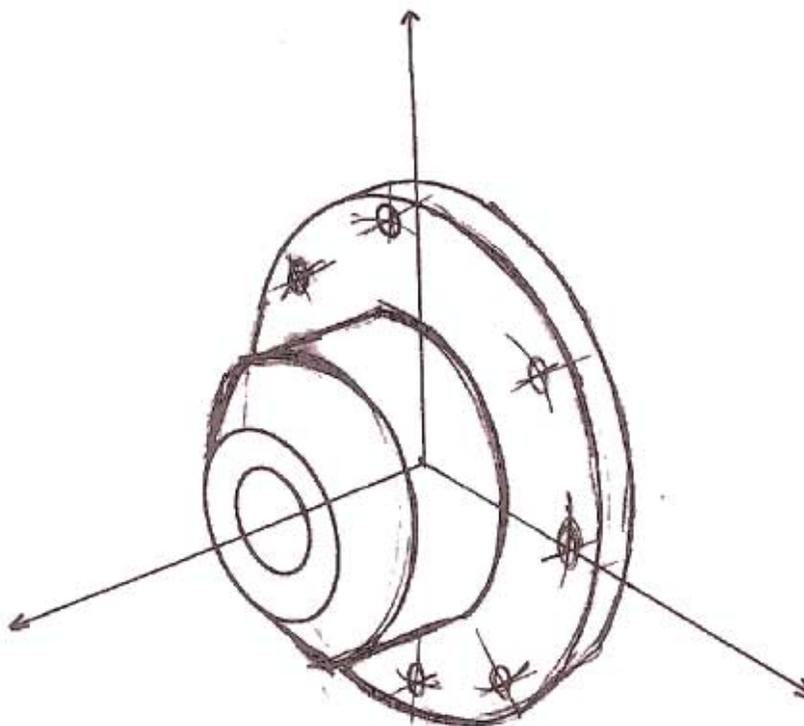
$$\omega_{\text{moteur}} / \omega_{\text{rotor}} = 2760 / 2000 = 1.38 = i$$

➤ **Calculer** le diamètre primitif de la poulie motrice :

$$\varnothing_{\text{primitif moteur}} = \varnothing_{\text{primitif rotor}} / i = 160 / 1.38 = 116 \text{ mm}$$

### D. Etude graphique

➤ **Terminer** le tracé à main levée de la pièce 1.  
Les arêtes cachées ne seront pas représentées



# SYSTEME D'ÉNERGIE DE PÉTROLE EN MER

Partie mécanique et construction :

Proposition de Barème :

	Questions	Pts
Partie A 3 pts	Désignation	1
	Matériau	1
	Étanchéité	1
Partie B 8 pts	Identification liaisons	2
	Calcul poids	1
	Réduction torseurs	2
	Equations PFS	1.5
	Résolution	1
	Résultats sous forme de torseurs	0.5
Partie C 4 pts	P rotor	1
	P mot	1
	Rapport transmission	1
	Diamètre	1
Partie D 5pts	Perspective	5