

REPUBLIQUE TUNISIENNE

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles
de Formation d'Ingénieurs
Session 2015



الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي

المنافسات الوطنية للدخول
إلى مراحل تكوين المهندسين
دورة 2015

Concours Technologie

Épreuve de Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Date : Vendredi 12 Juin 2015

Heure : 8 Heures

Durée : 5 Heures

Barème : Partie A : 8 points Partie B : 4 points Partie C : 4 points Partie D : 4 points

- L'épreuve comporte quatre parties :

A- Technologie de conception

B- Technologie de production

C- Mécanique & RDM

D- Automatique

Le sujet de l'épreuve remis au candidat comporte deux dossiers :

1. Dossier : Document Présentations et Hypothèses
2. Dossier : Document Réponses.

Et trois documents techniques : Dessin d'ensemble (DT1 et DT2) et Dessins de production (DT3) ».

- Aucun autre document n'est autorisé.
- L'utilisation des calculatrices de poche non programmables est autorisée.
- Les différentes parties sont indépendantes et doivent être traitées sur le document réponses.
- Il n'est fourni au candidat qu'un **seul et unique** « dossier document réponses » qui doit être rendu en totalité, à la fin de l'épreuve, même sans réponses.

Unité de découpage de marbres

MISE EN SITUATION

Le recyclage est un procédé de traitement des déchets industriels ou des ordures ménagères (recyclage des bouteilles plastiques, recyclage du verre, traitement des eaux usées, ...). Il présente deux avantages écologiques majeures :

- La réduction du volume des déchets et donc de la pollution ;
- La préservation des ressources naturelles (réutilisation de la matière recyclée).

Bien que ses ressources soient limitées, l'eau représente un bien naturel indispensable à la vie. C'est pourquoi une partie de l'eau consommée est recyclée et redistribuée. En effet, une bonne quantité d'eau utilisée en industrie et en agriculture est issue d'eaux usées assainies. La gestion et l'exploitation de ce recyclage, confiées à des entreprises spécialisées, nécessite des infrastructures lourdes.

L'industrie de traitement des marbres (figure 1) est l'une des plus polluantes en termes d'eau usée. Ainsi, nous en ferons notre sujet d'étude. On se propose alors d'étudier une chaîne de production de plaques gravées en marbre. Elle est composée de quatre unités :

- Unité de découpage des plaques ;
- Unité de transfert et manipulation ;
- Unité de gravure et de polissage ;
- Unité de traitement des eaux usées

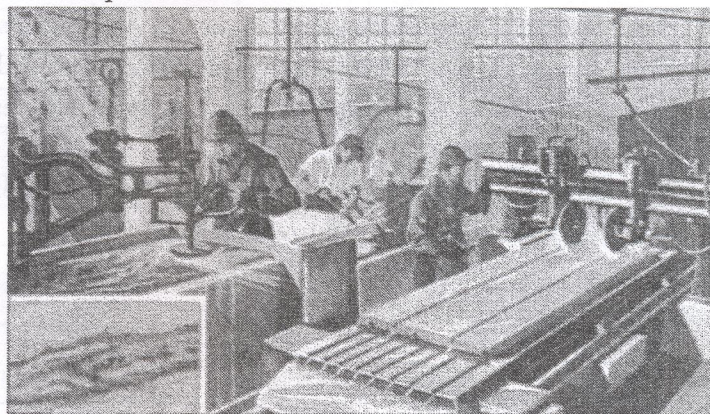


Figure 1 : Unité de traitement des marbres

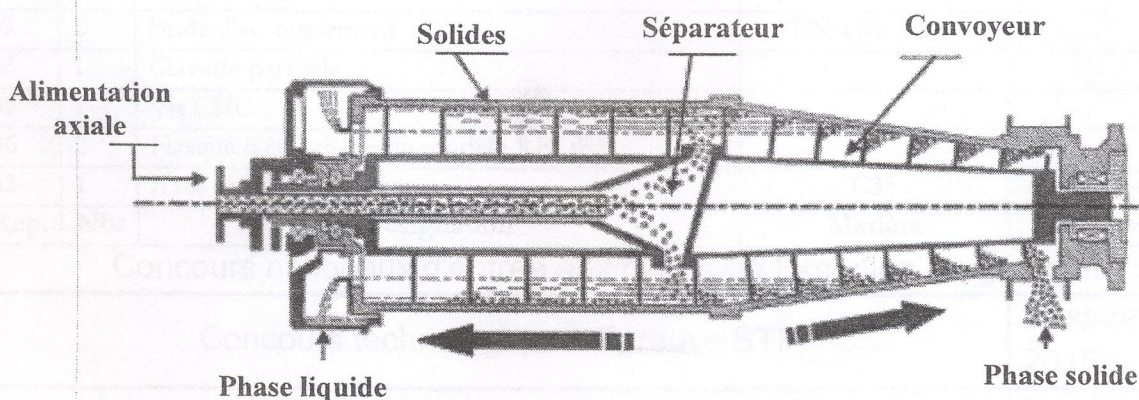


Figure 2: Principe de fonctionnement du système de décantation (séparation des phases solide et liquide)

Dans l'unité de gravure et de polissage, les plaques en marbre sont destinées à recevoir des textes et des motifs décoratifs, réalisés par enlèvement de matière. L'un des mécanismes utilisés dans cette est un manipulateur des plaques en marbre (figure C.1) page 13/20 du présent document. Il s'agit d'un mécanisme permettant de :

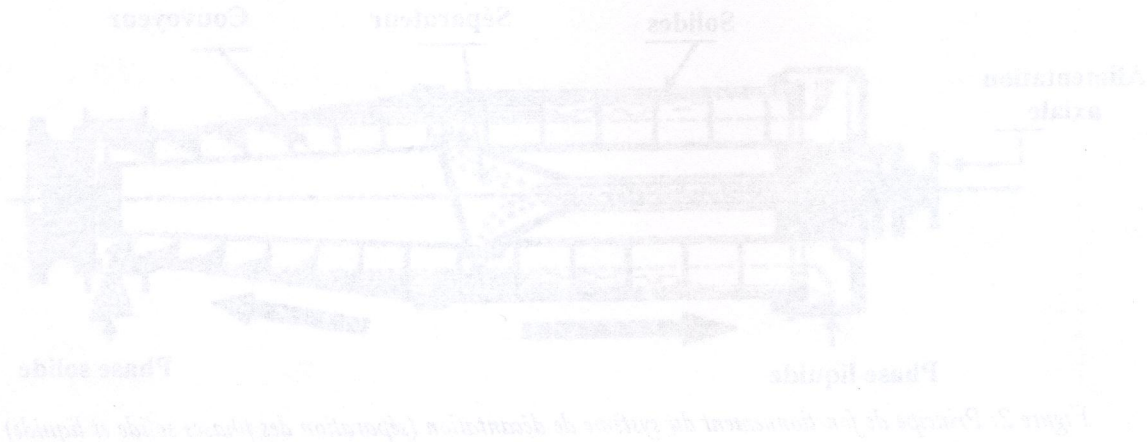
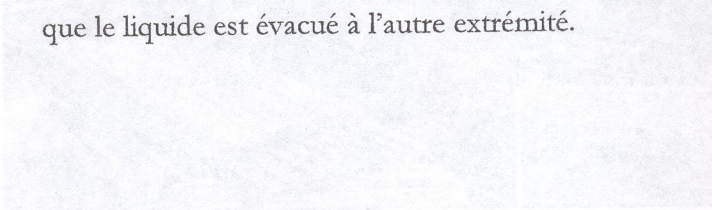
- Déplacer et positionner la plaque par rapport à l'opérateur, pour lui faciliter les opérations à réaliser ;
- Maintenir la plaque en toute sécurité dans la position choisie, pendant le travail.

Ainsi, trois déplacements indépendants peuvent être donnés à la plaque (figure C.1) page 13/20:

- Elévation et inclinaison réalisées à l'aide de deux vérins hydrauliques ;
- Orientation réalisée manuellement.

Dans l'unité de traitement des eaux usées (figure D.2 page 17/20), l'extraction des déchets (boues) est réalisée par procédé de décantation et déshydratation par centrifugation. Les opérations de traitement des eaux usées passent par les étapes principales suivantes :

- Traitement préliminaire (dégrillage, dessablage, dégraissage....) ;
- Décantation et déshydratation.
- Dans le système de décantation (figure 2), les eaux usées sont introduites axialement à l'intérieur d'une « vis » 62 (Document Technique DT2) et sont distribuées dans un cylindre appelé « bol » 63. La vis 62 et le bol 63 tournent à des fréquences élevées, ce qui permet la centrifugation de la boue donc sa décantation.
- Les éléments solides des boues sont convoyés vers l'extrémité conique du bol par la vis 62 tandis que le liquide est évacué à l'autre extrémité.



Nomenclature

71	1	Rondelle		
70	1	Vis CHC		
69				
68	1	Flasque de la poulie motrice du VARIATEUR	18 Cr Mo 4	Nitruré
67	1	Flasque de la poulie réceptrice du VARIATEUR	18 Cr Mo 4	Nitruré
66	1	Rondelle		
65	1	Socle	E275	
64	1	Tube d'alimentation	C45	Mécano soudé
63	1	Bol –Partie cylindrique		
62	1	Vis		
61	1	Bol –Partie conique		
60	1	Bâti		
59		Palier		
58	2	Goupille		
57	1	Support du capteur		
56	1	Capteur		
55	1	Clavette parallèle		
54	1	Poulie réceptrice du VARIATEUR		
53	1	Moto-réducteur du VARIATEUR		
52	1	Support		
51	1	Tendeur		
50	1	Capteur du VARIATEUR		
49	1	Courroie du VARIATEUR		
48	1	Poulie motrice du VARIATEUR	18 Cr Mo 4	Nitruré
47	1	Rondelle d'appui		
46	1	Rondelle		
45	1	Entretoise		
44	1	Coupelle		
43	1	Moteur électrique SIEMENS 1MJ6 207 4A60	380V ; P=30kW	N=1450 tr/mn
42	1	Poulie motrice		
41	1	Coupleur hydraulique		
40	1	Arbre intermédiaire	C55	Cémenté
39	1	Bride d'accouplement	EN-GJL - 200	
38	1	Clavette parallèle		
37	1	Vis CHC		
36	2	Flasque d'étanchéité du module REDEX		
35	1	Axes des roues dentées	C35	Trempé – Revenu
Rep.	Nbr	Désignation	Matière	Observation

Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs

Concours technologique : Epreuve STI

Session
2015

Système de traitement des eaux usées

Repère

Ech :

34	1	Roue dentée Module REDEX	31 Cr Mo 12	
33	1	Roue dentée Module REDEX	31 Cr Mo 12	
32	1	Cage à aiguilles		
31	1	Module REDEX		
30	1	Bride	C55	
29	1	Roulement Rigide à une rangée de billes		
28	1	Anneau élastique		
27	1	Palier du réducteur	GS275	
26	1	Réducteur CYCLO	ZS218/59	
25	1	Roulement Rigide à une rangée de billes		
24	1	Entretoise	C35	
23	1	Anneau élastique		
22	1	Anneau élastique		
21	1	Flasque d'étanchéité.	E360	
20	1	Arbre cannelé	31 Cr Mo 12	
19	1	Moyeu cannelé	41 Cr Al Mo 7	
18	1	Roulement Rigide à une rangée de billes	SKF	
17	1	Arbre secondaire du coté réducteur CYCLO.		Cémenté
16	1	Arbre creux coté bol	C35	
15	1	Arbre creux coté palier	C35	
14	1	Roulement Rigide à une rangée de billes		
13	1	Couvercle du palier	EN-GJL - 200	
12	4	Courroie Trapézoïdale		
11	1	Poulie réceptrice		D = 170 mm
10	1	Joint à lèvres à contact radial		
9	1	Cage porte satellites du module REDEX	C35	
8	1	Cage à aiguilles		
7	1	Douille Planétaire	31 Cr Mo 12	
6	1	Moyeu Planétaire	31 Cr Mo 12	
5	1	Roulement Rigide à une rangée de billes		
4	1	Joint à lèvres à contact radial		
3	1	Clavette parallèle		
2	1	Entretoise de liaison		
1	1	Eléments élastique d'accouplement	STRAFLEX	635-303 Paulstra
Rep.	Nbr	Désignation	Matière	Observation

Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs

Concours technologique : Epreuve STI

Session 2015

Système de traitement des eaux usées

Repère

Ech :

PARTIE A : TECHNOLOGIE DE CONCEPTION

Mise en situation :

Cette partie concerne l'étude du **système de traitement des eaux usées**. Les documents Techniques DT1 et DT2 définissent le dessin d'ensemble d'un décanteur constitué principalement, comme le montre la figure A-1 et le Document Technique DT2 :

- D'un moteur électrique (43),
- D'un variateur à courroies (48, 49, 70),
- D'un réducteur 1 à engrenages,
- D'un réducteur **CYLO** (figure A-2),
- D'un coupleur hydraulique,
- D'un système poulie courroies (11, 12, 42).

Le moteur (43) entraîne d'un côté un coupleur hydraulique et un variateur de vitesse (48,49,70) de l'autre côté.

Le coupleur hydraulique entraîne un système poulie courroies (11, 12, 42) qui transmet sa puissance au bol (63), au réducteur1 et au réducteur CYCLO.

Le variateur de vitesse (48, 49,70) transmet sa puissance à travers (40) au réducteur CYCLO via le réducteur1. Le réducteur CYCLO entraîne la vis (62).

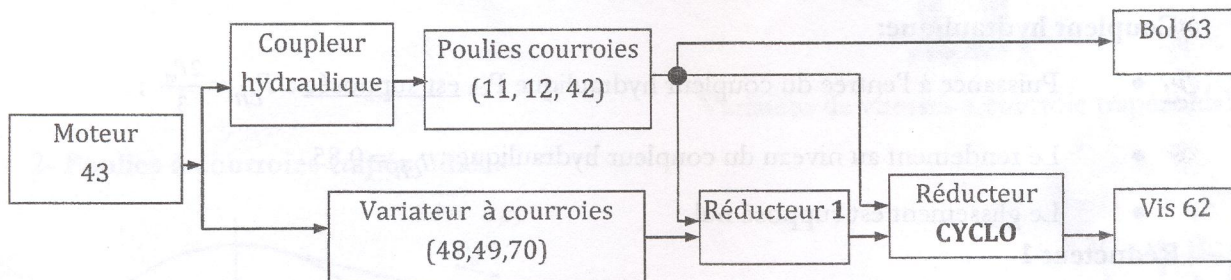


Figure A-1 : Schéma bloc de transmission de puissance

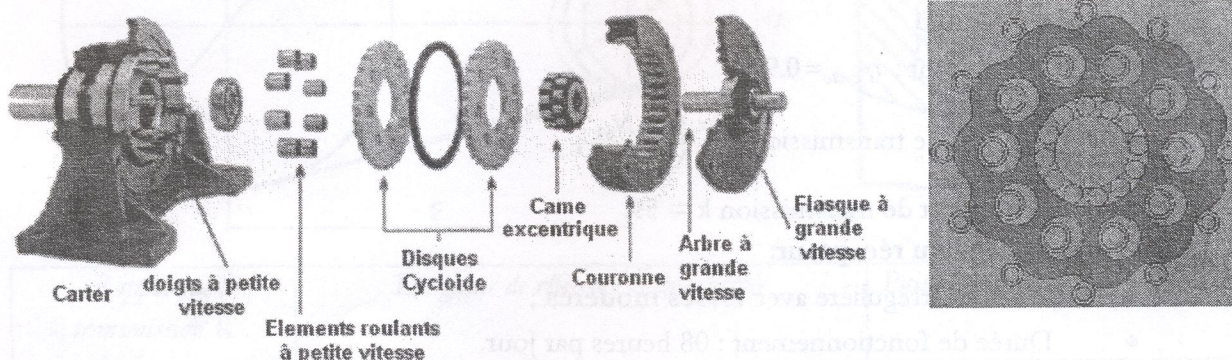


Figure A-2 : Réducteur CYCLO

Données :**Moteur:**

- Puissance du moteur électrique usuel à couple variable : $P = 30 \text{ Kw}$;
- Fréquence de rotation du moteur (43): $N_m = 1450 \text{ tr/mn}$.

Poulies courroies (11, 12 ,42):

- Coefficient de frottement entre la courroie et la poulie : $f = 0,3$;
- L'angle β des gorges de la poulie (11) : $\beta = 40^\circ$;
- Le diamètre primitif de la poulie motrice (42) : $D_{42} = 355 \text{ mm}$;
- Le diamètre primitif de la poulie (11): $d_{11} = 170 \text{ mm}$;
- L'entraxe souhaité entre (11) et (42): $E = 530 \text{ mm}$;
- Le rendement de la transmission par poulies courroie (11, 12 ,42): $\eta_{11,42} = 0.9$;
- Le glissement entre les poulies (11) et (42) et la courroie (12) est supposé nul ;
- Masse linéique de la courroie (12) est négligeable.

Variateur à courroies (48, 49 ,70) :

- Puissance à l'entrée du variateur P_{ev} est supposée : $P_{ev} = \frac{P_m}{3}$;
- Le rendement de la transmission (48, 49 ,70) : $\eta_{48,70} = 0.9$;
- Le glissement entre les flasques (48, 70) et la courroie 49 est supposé nul ;
- L'angle θ des gorges des poulies des flasques (48) et (70) : $\theta = 40^\circ$;
- Course des flasques mobiles : $-30\text{mm} \leq \lambda \leq +30\text{mm}$.

Coupleur hydraulique:

- Puissance à l'entrée du coupleur hydraulique P_{ch} est supposée : $P_{ch} = \frac{2P_m}{3}$;
- Le rendement au niveau du coupleur hydraulique : $\eta_{ch} = 0.85$.
- Le glissement est supposé nul.

Réducteur 1

- Rendement : $\eta_1 = 0.9$;
- $Z_6 = 45 \text{ dents}$; $Z_7 = 40 \text{ dents}$; $Z_{33} = 28 \text{ dents}$; $Z_{34} = 20 \text{ dents}$.

Réducteur CYCLO

- Rendement : $\eta_{cyclo} = 0.9$;
- Rapport de transmission $k = \frac{N_6 - N_{63}}{N_{62} - N_{63}}$;
- Le rapport de transmission $k = 59$.

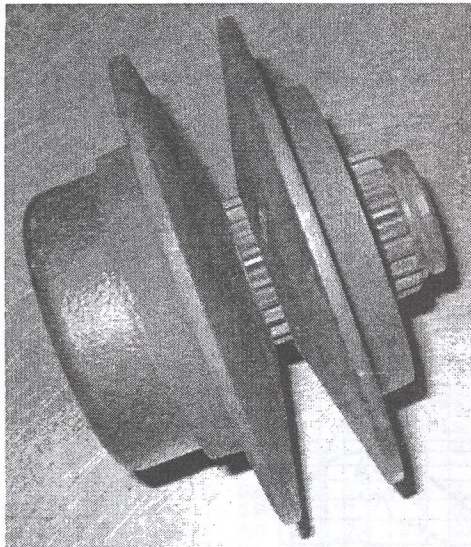
Caractéristiques du récepteur:

- Machine irrégulière avec **chocs modérés** ;
- Durée de fonctionnement : 08 heures par jour.

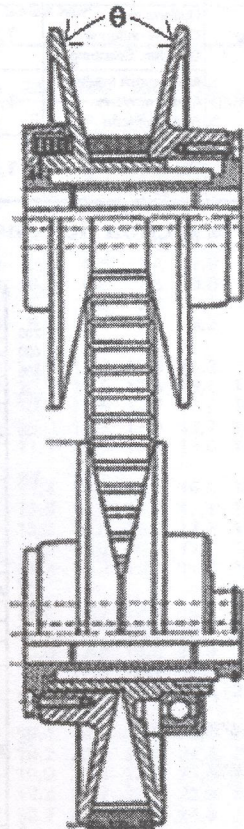
Le travail demandé est explicité dans les pages de 1/31 à 9/31 du dossier document réponses

Annexes : PARTIE TECHNOLOGIE DE CONCEPTION

1- Variateur de vitesses

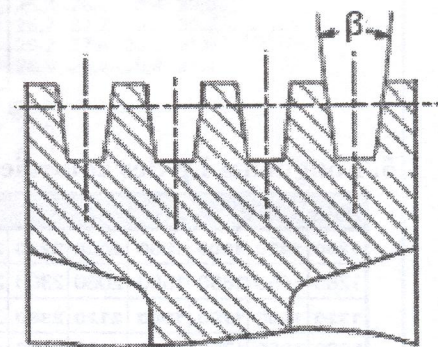
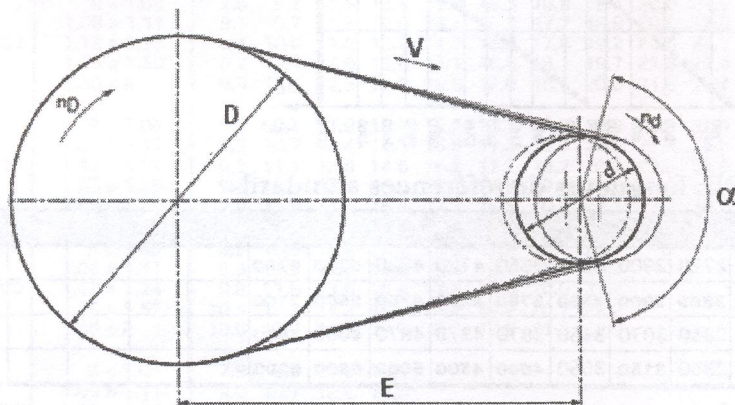


Poulie à flasques mobiles d'un variateur de vitesses à courroie trapézoïdale



Variateur de vitesses à courroie trapézoïdale

2- Poulies à courroies trapézoïdales

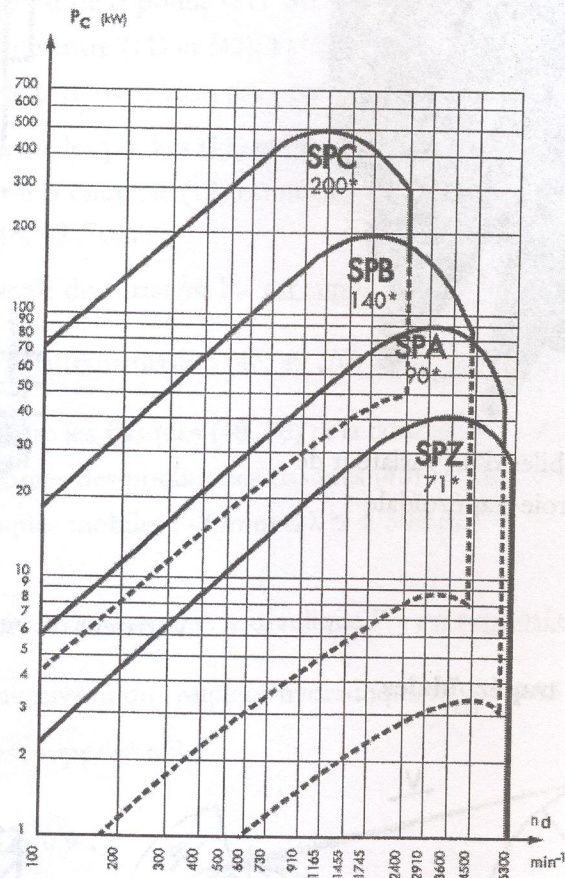


Rapport de transmission R	Longueur de référence de la courroie	Puissance transmissible d'une courroie
$R = \frac{n_d}{n_D} = \frac{D}{d}$	$L_p = 2E + 1.57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4E}$	$P_t = P_b \times C_L \times a$

3. Choix du facteur de service :

SF	Prime mover Machine motrice Kraftmaschine	Electric motor Moteur électrique Elektromotor			Inc. comb. motor - Moteur thermique - Verbrennungsmotor					
		3h/ 24h	10h/ 24h	24h/ 24h	4 cylinders - 4 Zylinder & more & plus & mehr	4 cylinders - 4 Zylinder & plus & mehr	4 cylinders - 4 Zylinder & mehr	1 to 3 cylinders - 1 à 3 cylindres	1 to 3 cylinders - 1 à 3 cylindres	1 to 3 cylinders - 1 bis 3 Zylinder
Duration of operation Durée de service Tägliche Betriebsdauer	Max. hours per day Heures max. par jour Max. Stunden pro Tag									
Driven machine	Uniform load Charge uniforme Gleichm. Belastung	1,00	1,12	1,18	1,18	1,32	1,40	1,32	1,50	1,60
Machine entraînée	Mod. shock loading Chocs modérés Mäßige Stöße	1,12	1,25	1,32	1,32	1,50	1,60	1,50	1,70	1,80
Arbeitsmaschine	Heavy shock loading Chocs violents Heftige Stöße	1,25	1,40	1,50	1,50	1,70	1,80	1,70	1,90	2,00

4. Choix de la section de courroie

5. Longueurs L_p des courroies SPB: longueurs de références standards

SPB - VP 2							Lp														
1250	1400	1600	1800	2000	2240	2500	2720	2900	3250	3650	4120	4620	5300	6700							
1280	1450	1650	1850	2060	2300	2530	2800	3000	3350	3750	4250	4750	5600	7100							
1320	1500	1700	1900	2120	2360	2580	2840	3070	3450	3870	4370	4870	6000	7500							
1360	1550	1750	1950	2180	2430	2650	2850	3150	3550	4000	4500	5000	6300	8000							

6. Angle de contact, facteur d'angle

$\frac{D-d}{E}$	0,00	0,04	0,11	0,19	0,26	0,32	0,39	0,45	0,51	0,56	0,62	0,67	0,72
α°	180	178	173	169	165	161	158	154	151	147	144	141	138
a	1	1	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89

7. Puissance brute pour courroies SPB:

P_b = puissance brute par courroie en fonction de d, n_d et R

		Basic power rating P _b = Puissance brute Bruttoleistung (kW)										for pour für		L _p = 3350 mm									
np (min ⁻¹)	R = $\frac{D}{d}$	d (mm) =																					
		140	150	160	170	180	190	200	212	224	236	250	265	280	300	315	335	355	400				
200	R < 1,06	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9	5,6				
	1,06 ≤ 1,11	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	4,0	4,2	4,6	4,9	5,7				
	1,12 ≤ 1,24	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,7				
	1,25 ≤ 1,59	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,6	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,1	4,3	4,7	5,0	5,8				
	1,60 ≤ R	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,1	5,8				
400	R < 1,06	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,2	6,7	7,3	7,8	8,5	9,1	10,5				
	1,06 ≤ 1,11	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8	7,4	7,9	8,6	9,2	10,6				
	1,12 ≤ 1,24	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,9	6,3	6,8	7,5	8,0	8,6	9,3	10,7				
	1,25 ≤ 1,59	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,6	8,1	8,7	9,4	10,8				
	1,60 ≤ R	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,2	5,6	6,0	6,5	7,0	7,7	8,2	8,9	9,5	11,0				
730	R < 1,06	3,3	3,9	4,5	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	8,9	9,7	10,5	11,4	12,5	13,3	14,4	15,4	17,8				
	1,06 ≤ 1,11	3,4	4,0	4,6	5,2	5,8	6,4	7,0	7,7	8,3	9,0	9,8	10,7	11,5	12,6	13,4	14,5	15,6	18,0				
	1,12 ≤ 1,24	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	7,8	8,5	9,1	9,9	10,8	11,6	12,7	13,6	14,6	15,7	18,1				
	1,25 ≤ 1,59	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2	7,9	8,6	9,3	10,1	11,0	11,8	12,9	13,7	14,8	15,9	18,3				
	1,60 ≤ R	3,7	4,3	4,9	5,5	6,1	6,7	7,3	8,1	8,8	9,5	10,3	11,1	12,0	13,1	14,0	15,1	16,2	18,6				
970	R < 1,06	4,1	4,9	5,6	6,4	7,2	7,9	8,7	9,5	10,4	11,3	12,3	13,4	14,4	15,8	16,9	18,2	19,5	22,4				
	1,06 ≤ 1,11	4,3	5,1	5,8	6,6	7,4	8,1	8,9	9,7	10,6	11,5	12,5	13,6	14,6	16,0	17,1	18,4	19,7	22,6				
	1,12 ≤ 1,24	4,4	5,2	6,0	6,7	7,5	8,2	9,0	9,9	10,8	11,6	12,7	13,7	14,8	16,2	17,2	18,6	19,9	22,8				
	1,25 ≤ 1,59	4,5	5,3	6,1	6,9	7,7	8,4	9,2	10,1	11,0	11,9	12,9	14,0	15,0	16,4	17,5	18,8	20,2	23,1				
	1,60 ≤ R	4,6	5,4	6,2	7,0	7,8	8,6	9,4	10,3	11,2	12,1	13,1	14,2	15,3	16,7	17,8	19,1	20,5	23,4				
1165	R < 1,06	4,7	5,6	6,5	7,4	8,3	9,2	10,1	11,1	12,1	13,1	14,3	15,5	16,7	18,3	19,5	21,0	22,5	25,7				
	1,06 ≤ 1,11	4,9	5,9	6,8	7,7	8,5	9,4	10,3	11,3	12,4	13,4	14,5	15,8	17,0	18,6	19,7	21,3	22,8	26,0				
	1,12 ≤ 1,24	5,1	6,0	6,9	7,8	8,7	9,6	10,5	11,5	12,5	13,5	14,7	16,0	17,2	18,8	19,9	21,5	23,0	26,2				
	1,25 ≤ 1,59	5,2	6,2	7,1	8,0	8,9	9,8	10,7	11,7	12,8	13,8	15,0	16,2	17,5	19,1	20,2	21,8	23,3	26,5				
	1,60 ≤ R	5,4	6,3	7,2	8,2	9,1	10,0	10,9	12,0	13,0	14,1	15,3	16,5	17,8	19,4	20,6	22,2	23,7	26,9				
1455	R < 1,06	5,6	6,7	7,7	8,8	9,9	10,9	12,0	13,2	14,4	15,6	17,0	18,4	19,8	21,6	23,0	24,7	26,3	29,8				
	1,06 ≤ 1,11	5,8	6,9	8,0	9,1	10,2	11,2	12,3	13,5	14,7	15,9	17,3	18,7	20,1	21,9	23,3	25,0	26,6	30,1				
	1,12 ≤ 1,24	6,0	7,1	8,2	9,3	10,4	11,4	12,5	13,7	14,9	16,1	17,5	19,0	20,4	22,2	23,5	25,2	26,9	30,3				
	1,25 ≤ 1,59	6,2	7,3	8,5	9,6	10,6	11,7	12,8	14,0	15,2	16,5	17,8	19,3	20,7	22,5	23,9	25,6	27,3	30,7				
	1,60 ≤ R	6,4	7,5	8,6	9,8	10,9	12,0	13,0	14,3	15,6	16,8	18,2	19,7	21,1	23,0	24,3	26,1	27,8	31,3				
1745	R < 1,06	6,3	7,6	8,8	10,1	11,3	12,5	13,7	15,1	16,5	17,8	19,3	20,9	22,4	24,4	25,8	27,6	29,3	32,6				
	1,06 ≤ 1,11	6,6	7,9	9,2	10,4	11,7	12,9	14,1	15,5	16,8	18,2	19,7	21,3	22,8	24,8	26,2	28,0	29,6	33,0				
	1,12 ≤ 1,24	6,9	8,1	9,4	10,7	11,9	13,1	14,3	15,7	17,1	18,4	20,0	21,6	23,1	25,1	26,5	28,2	29,9	33,3				
	1,25 ≤ 1,59	7,1	8,4	9,7	11,0	12,2	13,4	14,6	16,1	17,5	18,8	20,4	22,0	23,5	25,5	26,9	28,7	30,4	33,7				
	1,60 ≤ R	7,3	8,6	9,9	11,2	12,5	13,7	15,0	16,4	17,8	19,2	20,8	22,4	24,0	26,0	27,5	29,3	31,0	34,4				
2400	R < 1,06	7,6	9,2	10,8	12,4	13,9	15,3	16,8	18,4	20,0	21,5	23,1	24,8	26,4	28,2	29,4							
	1,06 ≤ 1,11	8,1	9,7	11,3	12,8	14,4	15,8	17,2	18,9	20,5	22,0	23,6	25,3	26,9	28,7	29,9							
	1,12 ≤ 1,24	8,4	10,0	11,6	13,2	14,7	16,2	17,6	19,2	20,8	22,3	24,0	25,7	27,2	29,1	30,3							
	1,25 ≤ 1,59	8,7	10,4	12,0	13,6	15,1	16,6	18,1	19,7	21,3	22,9	24,6	26,2	27,8	29,7	31,0							
	1,60 ≤ R	8,9	10,6	12,3	13,9	15,5	17,0	18,5	20,2	21,8	23,4	25,2	26,9	28,5	30,4	31,7							
2910	R < 1,06	8,3	10,1	11,9	13,6	15,2	16,7	18,2	19,9	21,5	22,9	24,4	25,9										
	1,06 ≤ 1,11	8,9	10,7	12,4	14,1	15,8	17,3	18,8	20,5	22,1	23,5	25,0	26,5										
	1,12 ≤ 1,24	9,2	11,1	12,8	14,5	16,2	17,7	19,2	20,9	22,5	24,0	25,5	26,9										
	1,25 ≤ 1,59	9,6	11,5	13,3	15,0	16,7	18,3	19,8	21,5	23,1	24,6	26,1	27,6										
	1,60 ≤ R	9,9	11,8	13,5	15,4	17,1	18,8	20,3	22,1	23,7	25,3	26,9	28,4										
3600	R < 1,06	8,6	10,6	12,4	14,2	15,8	17,3	18,7	20,2														
	1,06 ≤ 1,11	9,3	11,3	13,2	14,9	16,5	18,1	19,4	20,9														
	1,12 ≤ 1,24	9,8	11,8	13,6	15,4	17,1	18,6	20,0	21,4														
	1,25 ≤ 1,59	10,3	12,3	14,2	16,0	17,7	19,2	20,7	22,2														
	1,60 ≤ R	10,6	12,7	14,7	16,5	18,2	19,8	21,3	22,9														
4500	R < 1,06	7,9	9,8	11,6	13,1																		
	1,06 ≤ 1,11	8,8	10,7	12,5	14,0																		
	1,12 ≤ 1,24	9,3	11,3	13,1	14,6																		
	1,25 ≤ 1,59	10,0	12,0	13,8	15,4																		
	1,60 ≤ R	10,4	12,4	14,3	16,0																		
L _p		1250	1400	1600	1800	2000	2240	2500	2800	3350	3550	4000	4500	5000	5600	6300	7100	8000					
C _t		0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,97	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,13	1,15					

Exemple cité ci dessus

PARTIE B : TECHNOLOGIE DE PRODUCTION

PRESENTATION

L'arbre (17), document technique DT3, sera fabriqué à raison de 300 pièces par mois pendant 10 ans. Les surfaces usinées sont repérées par des chiffres. Le matériau de l'arbre (17) doit contenir au minimum 5% de chrome pour résister aux conditions de travail.

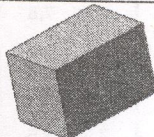
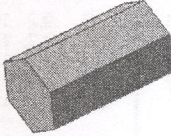
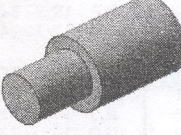
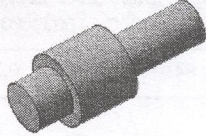
On donne sur le document technique DT3 les dessins :

- De définition de l'arbre (17) avec la cotation dimensionnelle et géométrique;
- 3D de l'arbre (17) selon deux orientations de vue ;
- De l'arbre (17), avec les repères des surfaces usinées ;
- De l'arbre (17) avec les surépaisseurs d'usinage.

HYPOTHESES

- Les pièces brutes sont obtenues par forgeage ;
- La surépaisseur moyenne pour usinage est de 2mm ;
- L'usinage se fait par finition directe ;
- Le parc machine est composé de deux tours CN et d'une fraiseuse CN 4 axes.

OBTENTION DU BRUT DE L'ARBRE (17)

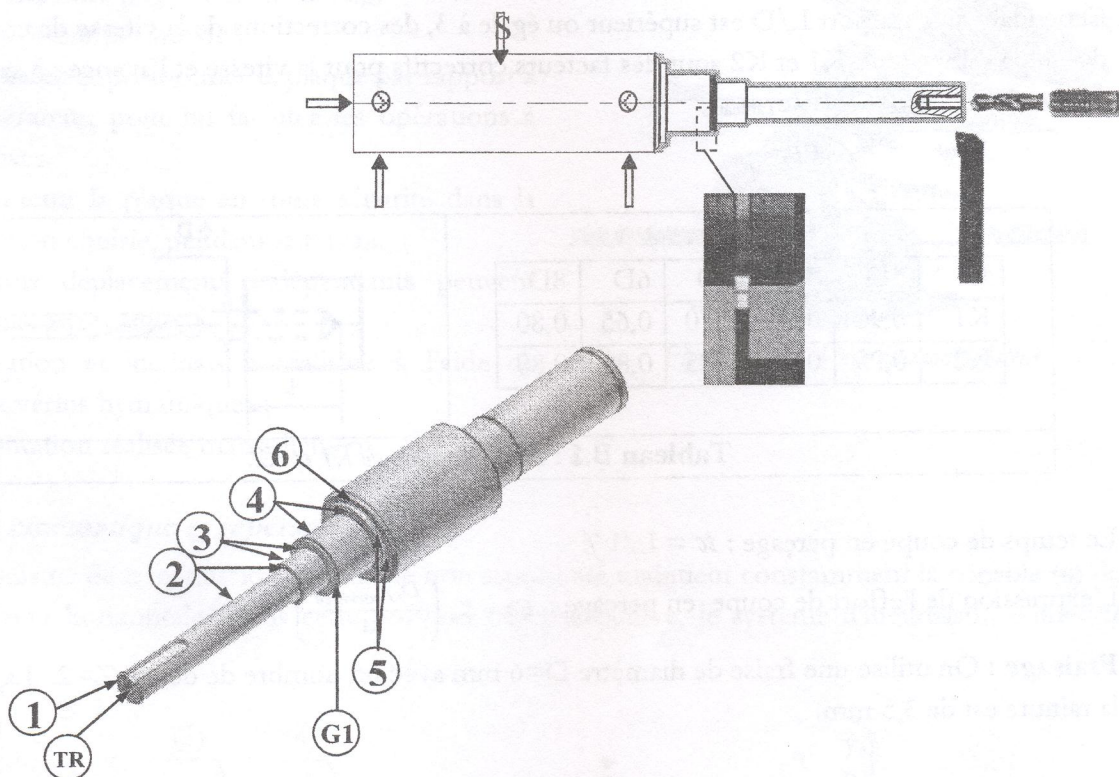
Gamme d'obtention du brut de l'axe (17) par forgeage		
Phase	Opération	Illustré de l'opération
10	Découpage du lopin de départ par oxycoupage (au chalumeau)	
20	Mise en rond par frappe sur les diagonales	
30	Etirage rond	
40	Etirage premier coté	
50	Etirage deuxième coté	

PROJET DE GAMME DE FABRICATION

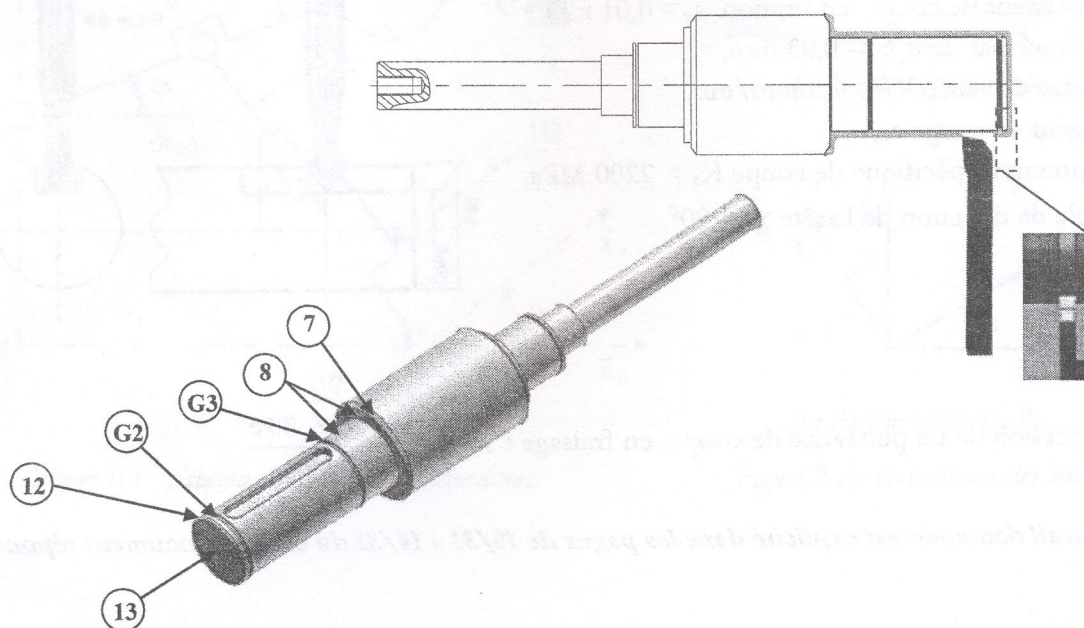
L'usinage l'arbre (17), est effectué en quatre phases :

- Phase 10 : Contrôle de brut ;
- Phase 20 : Tournage ;
- Phase 30 : Tournage ;
- Phase 40 : Fraisage.

Phase 20 : réalisation de 1, TR, 2, 3, 4, 5, 6 et G1



Phase 30 : réalisation de 7, 8, 9, G3, 11, G2, 12 et 13



ETUDE DE LA COUPE

Perçage : La machine utilisée est un tour à commande numérique de puissance 2,5kW.

On donne :

- La vitesse de coupe $V_c = 30 \text{ m/mn}$,
- L'avance $f = 0,059 \text{ mm/tr}$,
- La pression spécifique de coupe $K_s = 2400 \text{ MPa}$.

Cependant si le rapport L/D est supérieur ou égale à 3, des corrections de la vitesse de coupe et d'avance s'imposent. K_1 et K_2 sont des facteurs correctifs pour la vitesse et l'avance ; à savoir :

- $V_{c\text{corrigée}} = K_1 \cdot V_{c\text{Tableau}}$;
- $f_{\text{corrigée}} = K_2 \cdot f_{\text{Tableau}}$

L	3D	4D	5D	6D	8D
K1	0,90	0,80	0,70	0,65	0,80
K2	0,95	0,90	0,85	0,80	0,80

Tableau B.1 : Détermination de K1 et K2.

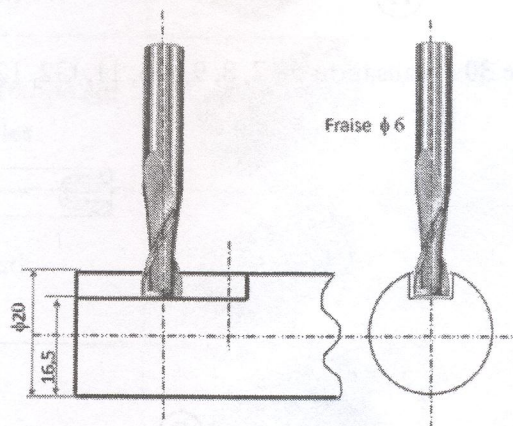
Le temps de coupe en perçage : $t_c = L/Vf$.

L'expression de l'effort de coupe en perçage : $F_c = K_s \cdot \left(\frac{D \cdot f_{\text{corrigée}}}{4} \right)$

Fraisage : On utilise une fraise de diamètre $D=6 \text{ mm}$ avec un nombre de dents $Z=2$. La hauteur de la rainure est de $3,5 \text{ mm}$.

L'usinage de la rainure se fait en trois opérations (Ebauche, demi-finition et finition),

- L'épaisseur de coupe en finition $a_p = 0,01 \times D$,
- L'avance par dent $f_z = 0,03 \text{ mm}$,
- Vitesse d'avance $V_f = 100 \text{ mm/mn}$,
- Largeur de coupe a_e ,
- La pression spécifique de coupe $K_s = 2200 \text{ MPa}$,
- Angle de direction de l'arête $\chi_r = 90^\circ$.



L'expression de La puissance de coupe en fraisage : $P_c = \frac{K_s \cdot a_p \cdot a_e \cdot f_z \cdot Z \cdot V_c}{\pi \cdot D \cdot 60}$

Le travail demandé est explicité dans les pages de 10/31 à 14/31 du dossier document réponses

PARTIE C : MECANIQUE & RDM

C.1- ETUDE MECANIQUE

Présentation

L'étude porte sur un mécanisme manipulateur de plaques en marbre de 6 à 10 cm d'épaisseur et pouvant atteindre une masse de 400 kg.

Le manipulateur permet de :

1. Déplacer et positionner la plaque par rapport à l'opérateur, pour lui faciliter les opérations à réaliser.
2. Maintenir la plaque en toute sécurité dans la position choisie, pendant le travail.

Ainsi, trois déplacements indépendants peuvent être donnés à la plaque :

1. Elévation et inclinaison réalisées à l'aide de deux vérins hydrauliques ;
2. Orientation réalisée manuellement.

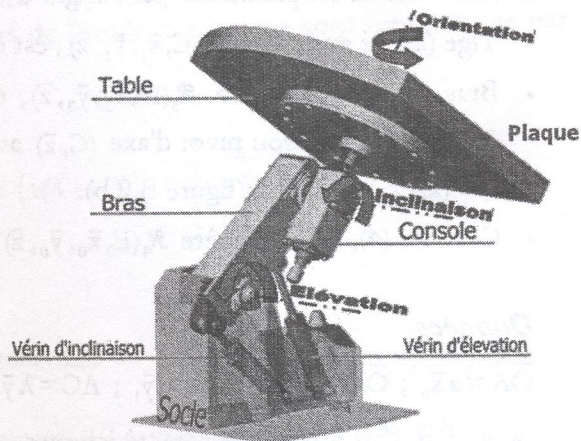


Figure C.1 : Schéma du manipulateur

Schéma cinématique et repérage

Un mécanisme de transmission par chaîne non représenté maintient constamment la console (4) dans une position horizontale. Dans cette position très particulière, le système d'inclinaison n'intervient pas.

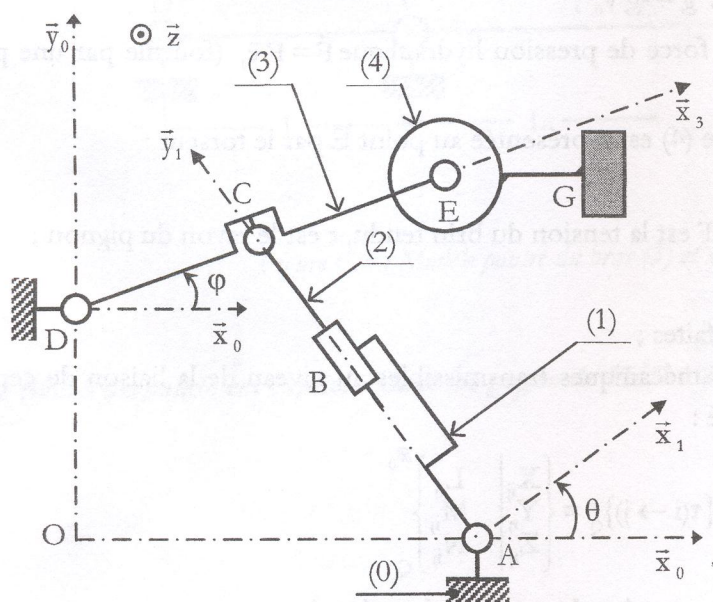


Figure B.1 : Schéma cinématique du mécanisme.

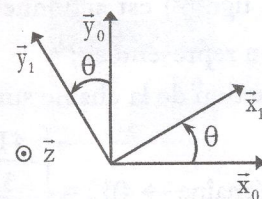
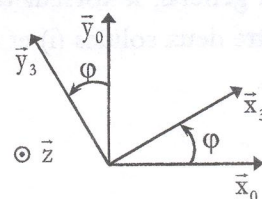
(a) B_1 par rapport à B_0 .(b) B_3 par rapport à B_0 .

Figure B.2 : Orientation des bases.

Ce mécanisme est composé de :

- Socle (0) auquel est lié le repère $\mathcal{R}_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z})$ supposé galiléen (fixe ou absolu).
- Corps (1), lié au repère $\mathcal{R}_1(A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z})$, est en liaison pivot d'axe $(A, \vec{z})$ avec le socle (0). Son mouvement est paramétré par l'angle $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$ (figure B.2.a).
- Tige (2), lié au repère $\mathcal{R}_2(C, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z})$, est en liaison glissière d'axe $(B, \vec{y}_1)$ avec le corps (1).
- Bras (3), lié au repère $\mathcal{R}_3(D, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z})$, est en liaison pivot d'axe $(D, \vec{z})$ avec le socle (0). Il est également en liaison pivot d'axe $(C, \vec{z})$ avec le piston (2). Son mouvement est paramétré par l'angle $\varphi = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$ (figure B.2.b).
- Console (4), liée au repère $\mathcal{R}_4(E, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z})$, est en liaison pivot d'axe $(E, \vec{z})$ avec le bras (3).

Données

$\overline{OA} = a \vec{x}_0$; $\overline{OD} = b \vec{y}_0$; $\overline{AB} = d \vec{y}_1$; $\overline{AC} = \lambda \vec{y}_1$; $\overline{DC} = \overline{CE} = L \vec{x}_3$ et $\overline{EG} = h \vec{x}_0$.

- a, b, d, L et h sont des caractéristiques géométriques du mécanisme (constantes) ;
- λ , θ et φ sont les paramètres du mécanisme (variables temporelles).

Hypothèses

- Le corps (1) et la tige (2) sont des solides de masses négligeables ;
- Le bras (3) est assimilé à une tige homogène de masse « m », de centre d'inertie « C » et de moment principal d'inertie par rapport à l'axe $(D, \vec{z})$: « I_z » ;
- La console (4) est un solide supposé homogène de centre d'inertie G et de masse M ;
- L'accélération de la pesanteur est : $\vec{g} = -g \vec{y}_0$;
- La tige (2) est actionnée par une force de pression hydraulique $\vec{F} = F \vec{y}_1$ (fournie par une pompe non représentée) ;
- L'action de la chaîne sur la console (4) est représentée au point E par le torseur :

$$\{\tau(\text{chaîne} \rightarrow 4)\}_E = \left\{ \begin{array}{c} -\frac{4T}{3} \vec{x}_3 \\ \frac{2T}{3} r \vec{z} \end{array} \right\}_E \quad \text{où } T \text{ est la tension du brin tendu, } r \text{ est le rayon du pignon ;}$$

- Toutes les autres liaisons sont parfaites ;
- En général, le torseur des actions mécaniques transmissibles au niveau de la liaison de centre Q entre deux solides (i) et (j) est noté :

$$\{\tau(i \rightarrow j)\}_Q = \left\{ \begin{array}{c} \left[\begin{array}{c} X_{ij} \\ Y_{ij} \\ Z_{ij} \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} L_{ij} \\ M_{ij} \\ N_{ij} \end{array} \right] \end{array} \right\}_Q$$

- Le plan $(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0)$ est supposé être un plan de symétrie du mécanisme.

C.2- RESISTANCE DES MATERIAUX

On se propose de vérifier la résistance du bras de levage (3). L'étude sera menée dans une configuration qui correspond à une position choisie par l'opérateur (φ , θ et λ sont constantes). Le bras, modélisé par une poutre droite de ligne moyenne (DCE), de section droite constante de forme tubulaire carrée, est articulé aux points C et D (figure C.3). Les actions mécaniques extérieures exercées sur la poutre et préalablement déterminées lors de l'étude dynamique sont représentées par les torseurs suivants :

$$\{\tau(0 \rightarrow 3)\}_D = \begin{Bmatrix} 24,5 & 0 \\ -3,5 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_D^{\mathcal{R}_3} ; \{\tau(2 \rightarrow 3)\}_C = \begin{Bmatrix} 0,5 & 0 \\ 7 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_C^{\mathcal{R}_3} ; \{\tau(4 \rightarrow 3)\}_E = \begin{Bmatrix} -25 & 0 \\ -3,5 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_E^{\mathcal{R}_3}$$

- Les forces sont exprimées en kN ;
- La masse m de la poutre (3) a été négligée devant la masse M de la console (4) ;
- $DC = CE = L = 250$ mm ;
- La section (S) est de forme tubulaire carrée d'épaisseur $e = 10$ mm et de côté $c = 150$ mm ;
- La poutre (3) est en acier de construction mécanique pour lequel on adopte une contrainte maximale admissible $R_{pe} = 80$ MPa ;
- G est le centre de la section droite tel que : $\overline{DG} = x \bar{x}_3$ (x est un paramètre compris entre 0 et $2L$) ;

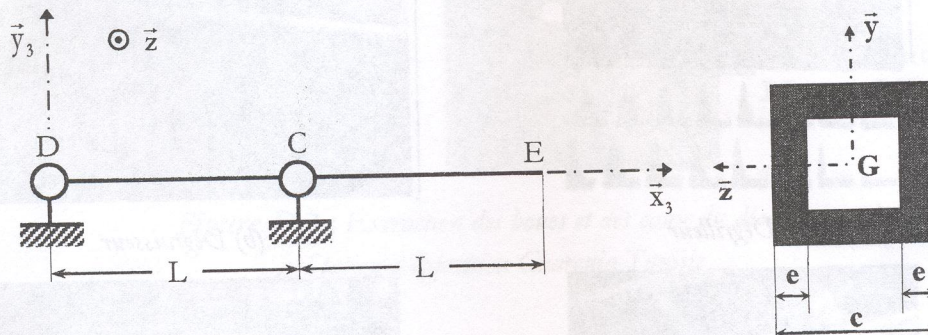


Figure C.3 : Modèle poutre du bras (3) et sa section transversale.

Le travail demandé est explicité dans les pages de 15/31 à 23/31 du dossier document réponses

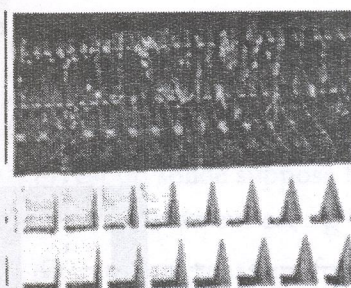
PARTIE D : AUTOMATIQUE

L'objet de cette étude est d'élaborer une commande séquentielle d'un système d'extraction des boues ; des eaux usées et des déchets solides. En outre un asservissement en vitesse du moteur d'entraînement de la vis d'Archimède destinée à l'évacuation des déchets solides.

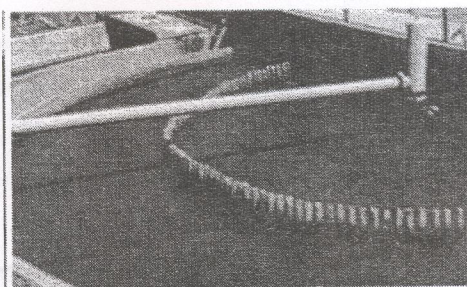
L'unité de traitement des eaux usées et des déchets (figure D.1) comporte :

- Un dégrilleur permettant de retenir les gros déchets ;
- Un dégraisseur permettant d'éliminer les particules graisseuses ;
- Un décanteur primaire permettant la séparation des eaux du déchet solides.
- Un bassin d'aération permettant le traitement par oxygénation des eaux provenant du décanteur ;
- Un décanteur secondaire qui est un bassin circulaire équipé des racleurs où s'effectue une deuxième séparation des particules fines des eaux sortant du décanteur primaire.

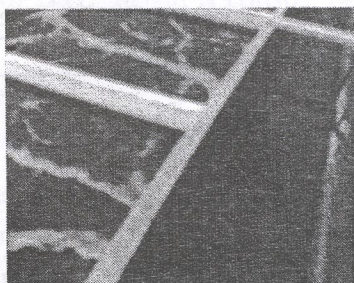
La boue extraite des deux décanteurs par centrifugation est riche en poudre de marbre et sera réutilisable dans la fabrication des carreaux. L'eau propre traitée sera de nouveau exploitée.



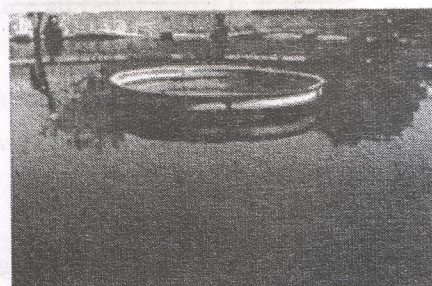
(a) Dégrilleur



(b) Dégraisseur



(c) Bassin d'aération



(d) Décanteur secondaire

Figure D.1 : Unité de traitement des eaux usées et des déchets
Station d'épuration Charguia-Tunisie

D.1. Commande séquentielle d'extraction des boues et des eaux du décanteur

Le décanteur secondaire est un bassin (figure D.2) équipé des électrovannes, des motopompes et des racleurs immergés dans le bassin où s'effectue la séparation par décantation des boues issues du bassin d'aération et de l'eau traitée.

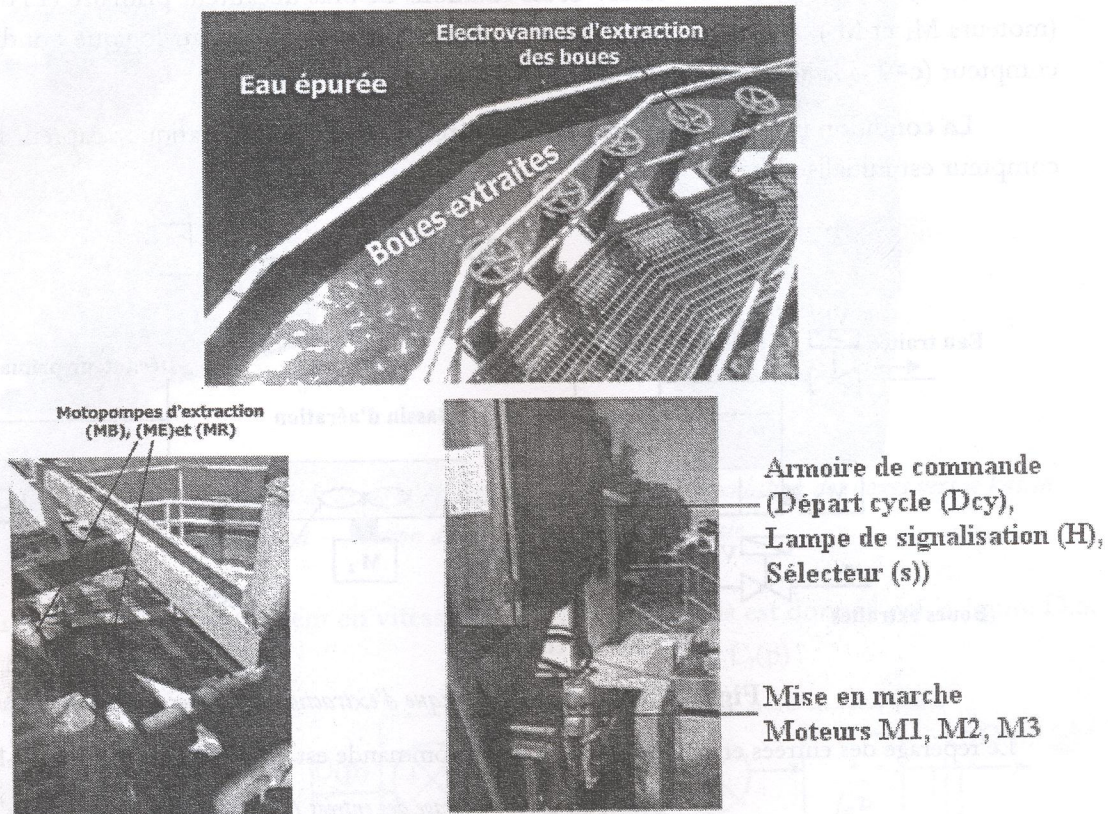


Figure D.2 : Extraction des boues et des eaux du décanteur
Station d'épuration Charguia-Tunisie

Sur un ordre de départ cycle (**Dcy**), l'hélice aérateur et les racleurs (bras) du décanteur primaire sont simultanément mis en rotation par la mise en marche des moteurs M_1 (**KM1=1**) et M_2 (**KM2=1**). La séquence « extraction des boues » ou la séquence « extraction des eaux » est alors exécutée selon la position choisie d'un sélecteur **s** et les moteurs M_1 et M_2 sont arrêtés (**KM1=0**) et (**KM2=0**) (figure D.3). Une lampe de signalisation **H** s'allume (**H=1**) au cours de l'exécution de la séquence « extraction des eaux ».

Si **s = 1**, la séquence « extraction des boues » est la suivante :

- Ouverture de la vanne d'extraction des boues (**VB⁺**) et mise en rotation des racleurs du décanteur secondaire par le moteur M_3 (**KM3=1**) ;
- rotation de la motopompe d'extraction des boues (**MB**) pendant 40s ;
- fermeture de la vanne d'extraction des boues (**VB⁻**) et arrêt moteur M_3 (**KM3=0**).

Si **s = 0**, la séquence « extraction des eaux » est la suivante :

- Ouverture de la vanne extraction des eaux (**VE⁺**) ;
- rotation de la motopompe extraction des eaux (**ME**) pendant 20s ;

- fermeture de la vanne extraction des eaux (VE⁻) et ouverture de la vanne recirculation des boues (VR⁺) ;
- rotation de la motopompe recirculation des boues pendant 10s (MR) ;
- Fermeture de la vanne recirculation des boues (VR⁻).

Le cycle « extraction des eaux » et les rotations de bras décanteur primaire et l'hélice d'aération (moteurs M₁ et M₂) sont exécutés 5 fois et ceci est testé par un capteur logique c indiquant l'état du compteur (c=1 si la séquence est exécutée 5 fois, c=0 sinon).

La condition initiale nécessaire pour l'amorçage du cycle automatique : capteur logique c=0 (le compteur est initialisé à zéro).

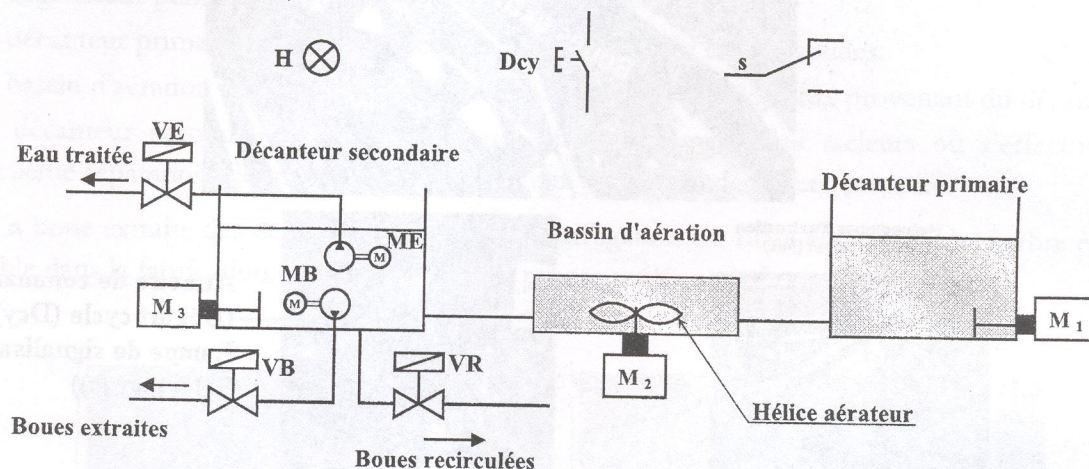


Figure D.3. Schéma synoptique d'extraction des boues et des eaux

Le repérage des entrées et des sorties de la partie commande est donné dans le tableau D.1.

Tableau D.1. Repérage des entrées / sorties

Entrées		Sorties	
Symbole	Désignation	Symbole	Désignation
Dcy	Bouton poussoir départ du cycle	KM1	Commande du moteur M ₁ rotation racleur (bras) du décanteur primaire
veo	Vanne extraction boues ouverte	KM2	Commande du moteur M ₂ rotation hélice aérateur
vef	Vanne extraction boues fermée	KM3	Commande du moteur M ₃ rotation racleur du décanteur secondaire
vo	Vanne extraction eaux ouverte	VB ⁺	Ouverture vanne extraction boues
vf	Vanne extraction eaux fermée	VB ⁻	Fermeture vanne extraction boues
c	Capteur logique indiquant l'état du compteur	MB	Rotation motopompe extraction boues
vro	Vanne recirculation boues ouverte	VR ⁺	Ouverture vanne recirculation boues
vrf	Vanne recirculation boues fermée	VR ⁻	Fermeture vanne recirculation boues
s	Sélecteur à deux positions	MR	Rotation motopompe recirculation boues
		VE ⁺	Ouverture vanne extraction eaux
		VE ⁻	Fermeture vanne extraction eaux
		ME	Rotation motopompe extraction eaux
		H	Lampe de signalisation

D.2. Asservissement de vitesse du moteur d'entraînement de la vis d'Archimède

On s'intéressera ici à l'asservissement de vitesse du moteur d'entraînement de la vis d'Archimède destinée à la recirculation des boues vers le bassin d'aération (figure D.4).

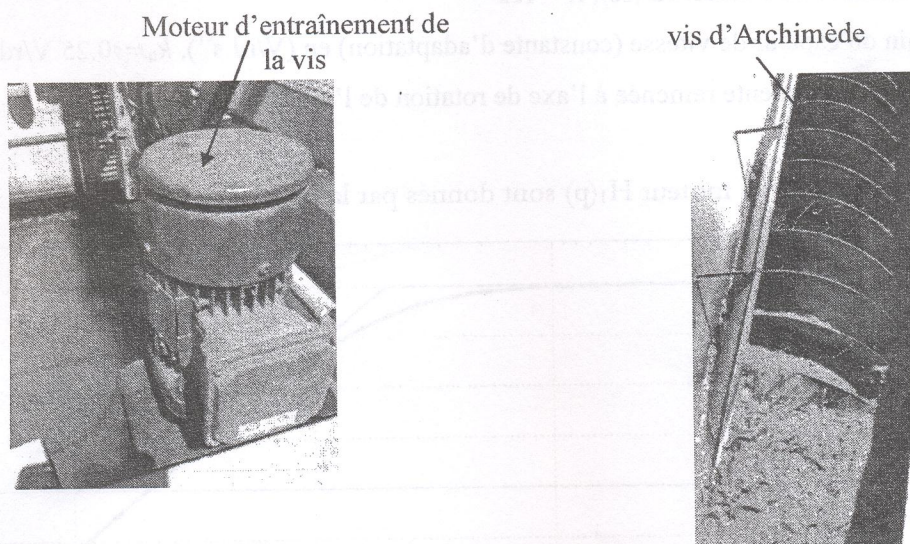


Figure D.4. Moteur d'entraînement de la vis d'Archimède destinée à la recirculation des boues vers le bassin d'aération - Station d'épuration Charguia-Tunisie

La structure de l'asservissement en vitesse de la rotation de la vis est donnée par la figure D.5.

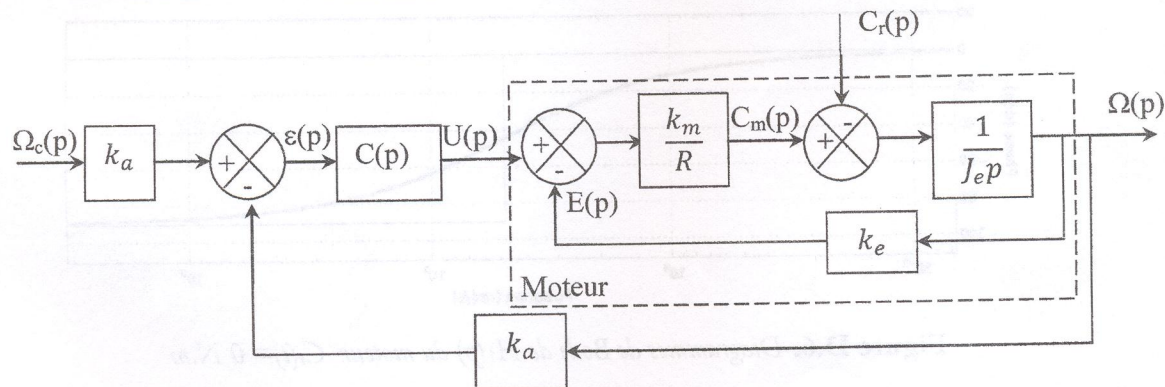


Figure D.5. Schéma fonctionnel d'asservissement en vitesse

Avec :

p : Opérateur de Laplace

$\Omega_c(p)$: Transformée de Laplace de $\omega_c(t)$, $\mathcal{L}(\omega_c(t)) = \Omega_c(p)$

$\omega_c(t)$: Vitesse de consigne en (rd.s⁻¹)

$\omega(t)$: Vitesse de rotation de l'arbre moteur en (rd.s⁻¹), $\mathcal{L}(\omega(t)) = \Omega(p)$

$C_m(t)$: Couple moteur en (N.m), $\mathcal{L}(C_m(t)) = C_m(p)$

$C_r(t)$: Couple résistant sur l'arbre de sortie moteur en (N.m), $\mathcal{L}(C_r(t)) = C_r(p)$

$u(t)$: Tension aux bornes de l'induit en (V), $\mathcal{L}(u(t)) = U(p)$

$e(t)$: Force contre électromotrice (f.c.e.m) en (V), $\mathcal{L}(e(t)) = E(p)$

k_m : Constante de couple (k_m en (N.m/A))

k_e : Constante de f.c.e.m (k_e en (V/rd.s⁻¹)), ($k_m = k_e$)

R : Résistance de l'induit en (Ω), $R = 1\Omega$

k_a : Gain du capteur de vitesse (constante d'adaptation) en (V/rd.s⁻¹), $k_a = 0.25$ V/rd.s⁻¹

J_e : Inertie équivalente ramenée à l'axe de rotation de l'arbre moteur en (kg.m²)

Les diagrammes de Bode du moteur $H_1(p)$ sont donnés par la figure D.6.

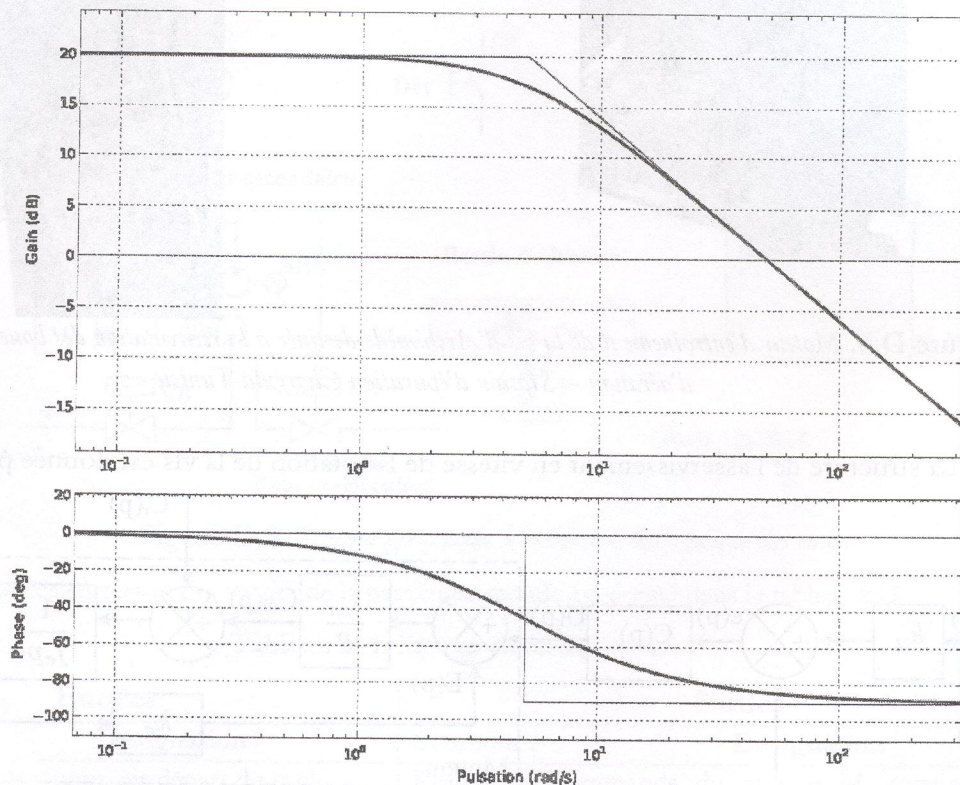


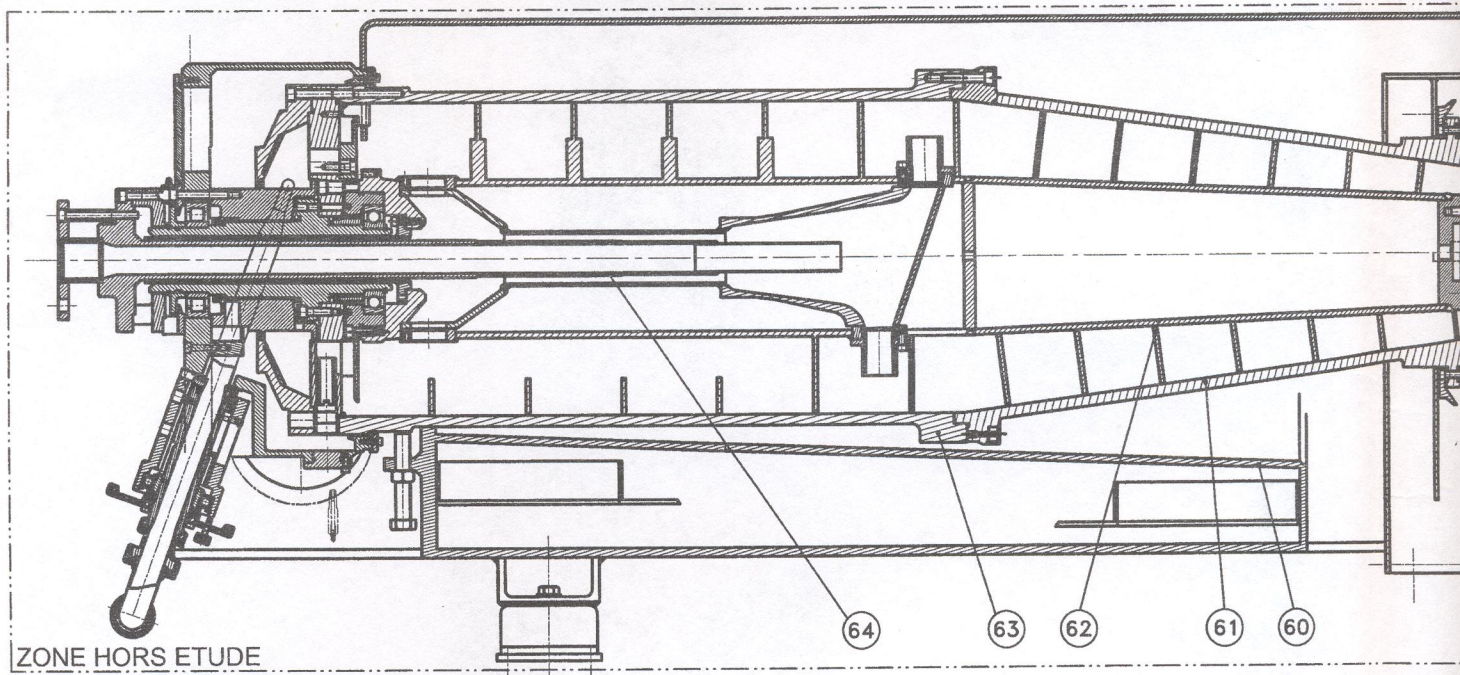
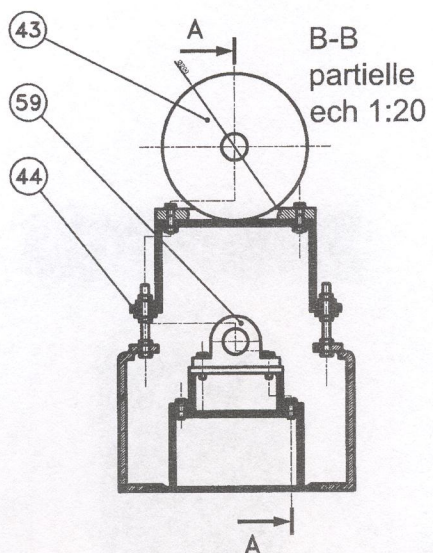
Figure D.6. Diagrammes de Bode de $H_1(p)$ du moteur $C_r(t) = 0$ N.m

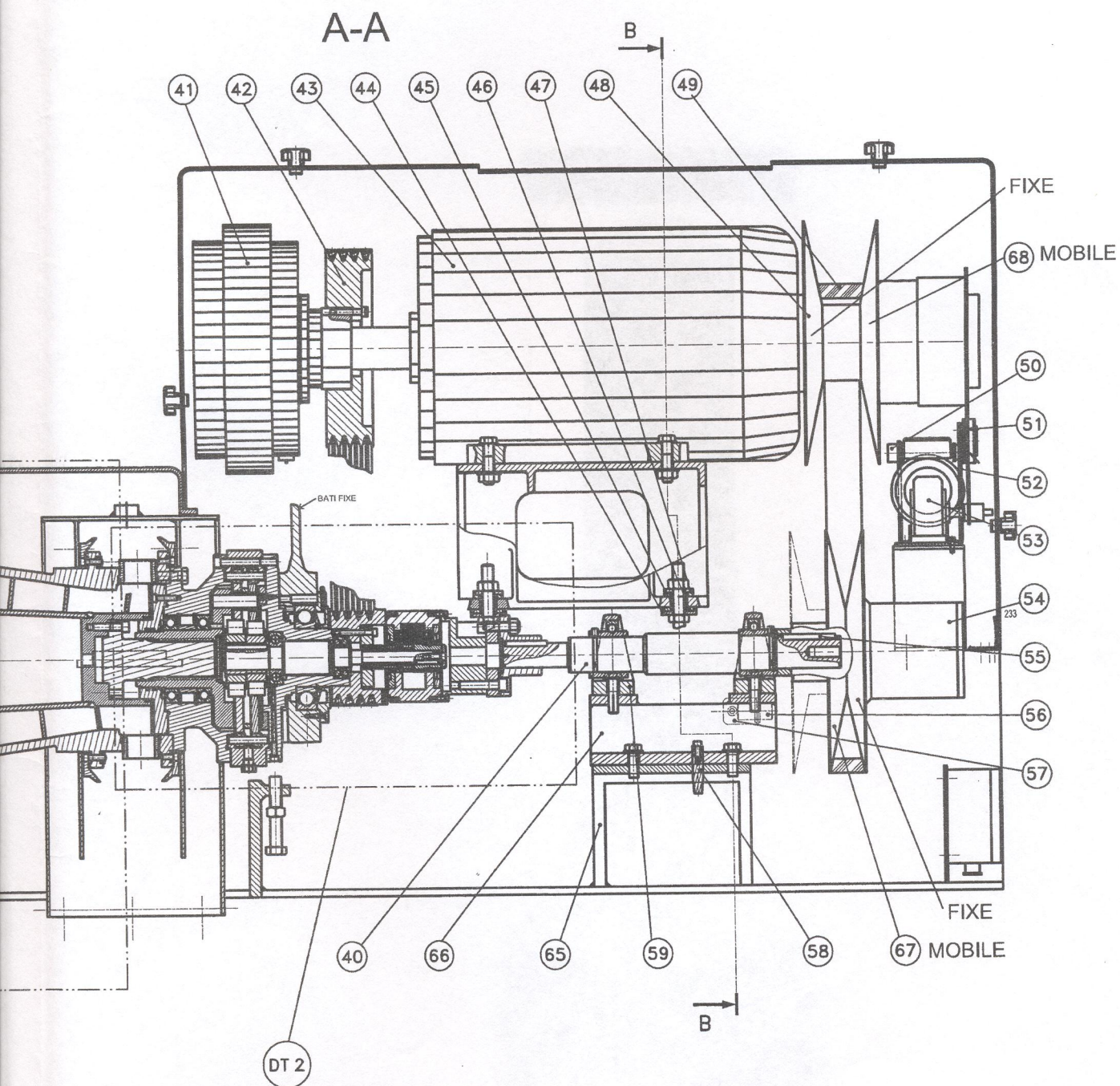
L'asservissement de vitesse du moteur d'entraînement de la vis d'Archimède doit respecter les performances décrites dans le **Tableau D.2**.

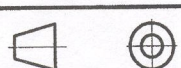
Tableau D.2 : Performances souhaitées du système

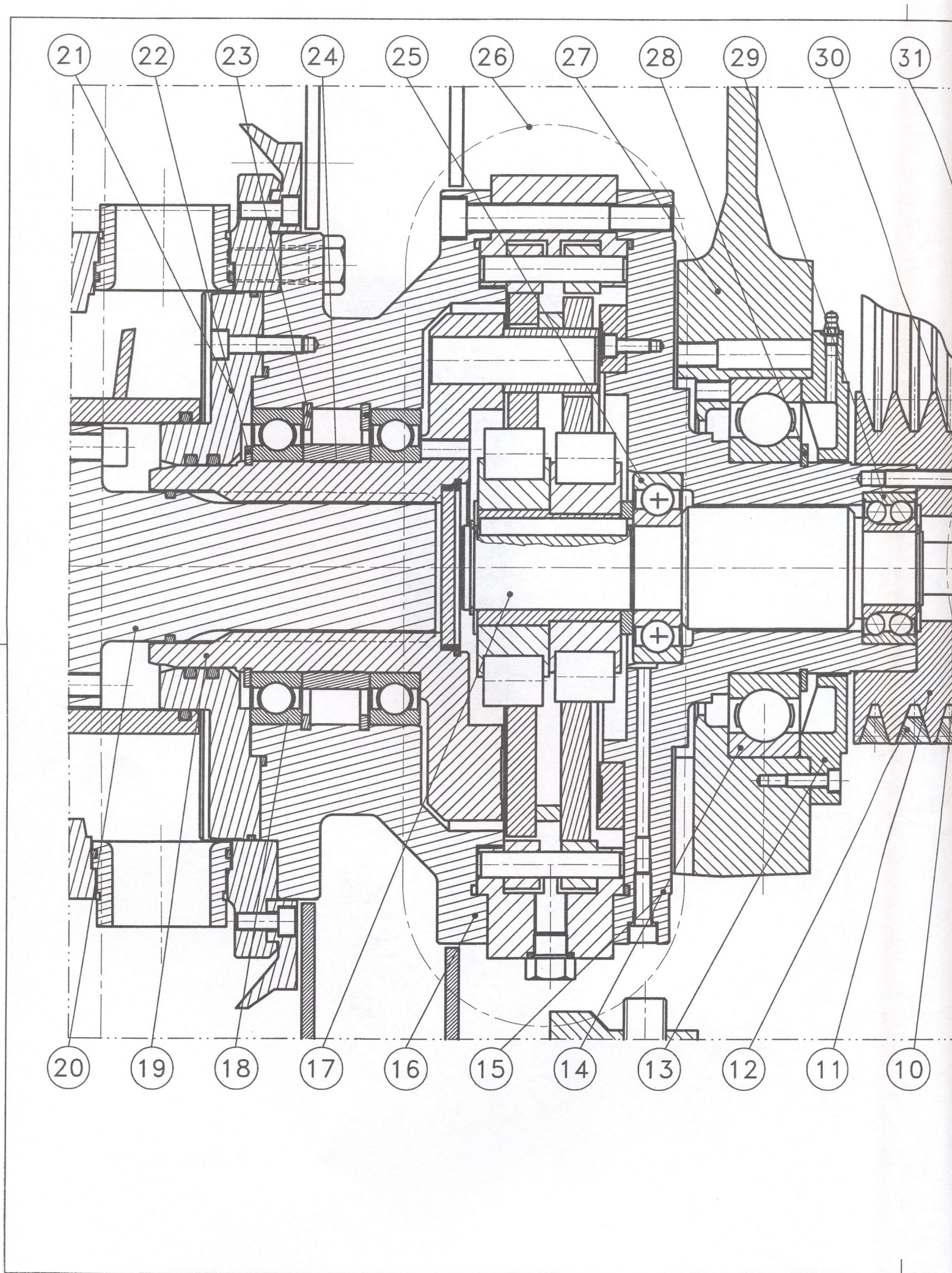
Performances	Valeurs souhaitées
Stabilité	Marge de Gain M_G (valeur minimale) = 15dB Marge de Phase M_ϕ (valeur minimale) = 60°
Précision	Erreur statique nulle pour une entrée en échelon
Rapidité	Temps de réponse $t_r(\pm 5\%) \leq 0.3$ s Dépassement (D%) inférieur à 15%

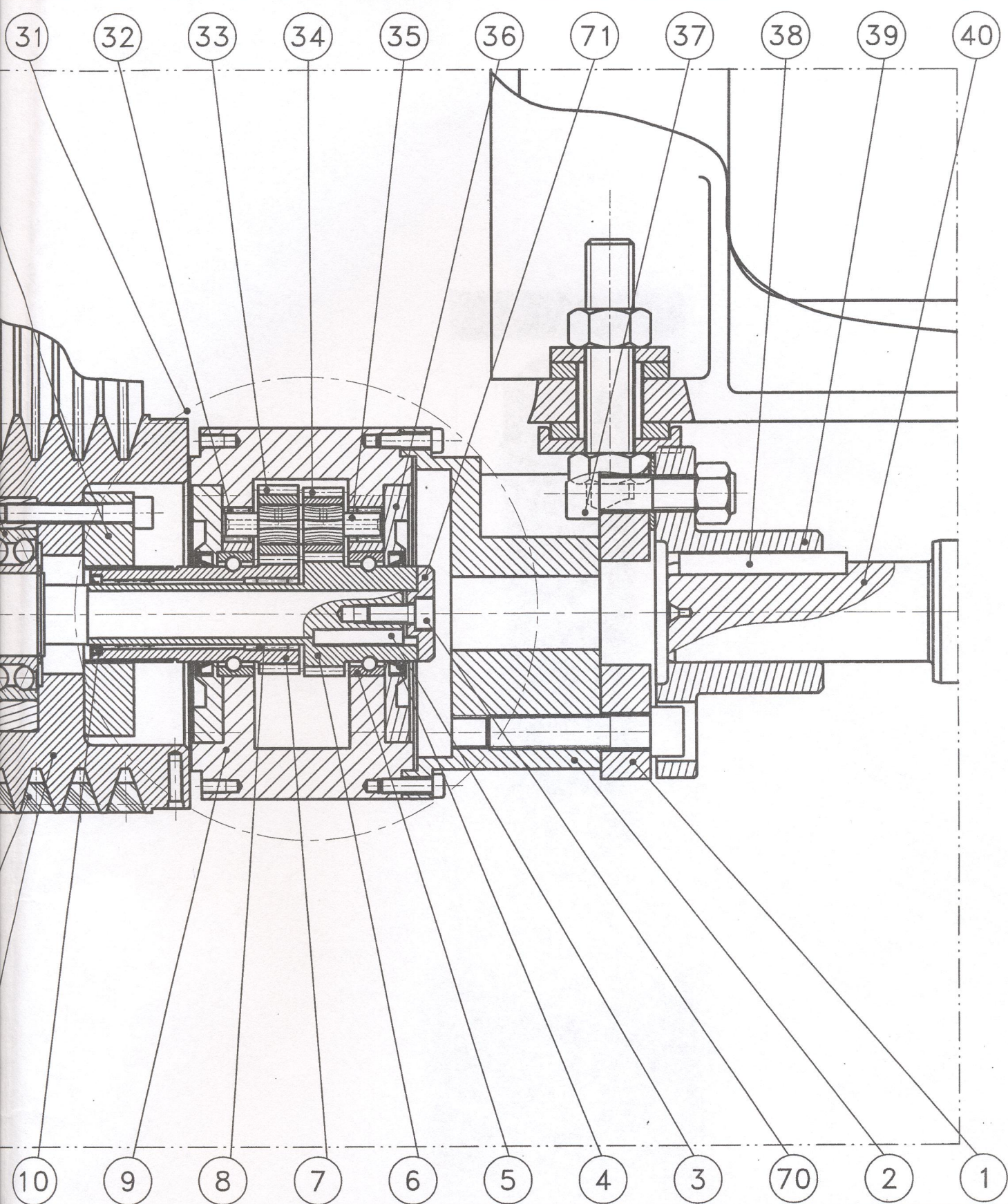
Le travail demandé est explicité dans les pages de 24/31 à 31/31 du dossier document réponses





Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs		
Concours technologie : Epreuve STI		Session : 2015
	Système de traitement des eaux usées	Repère :
		Document : DT 1





Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs

Concours technologie : Epreuve STI

Session : 2015



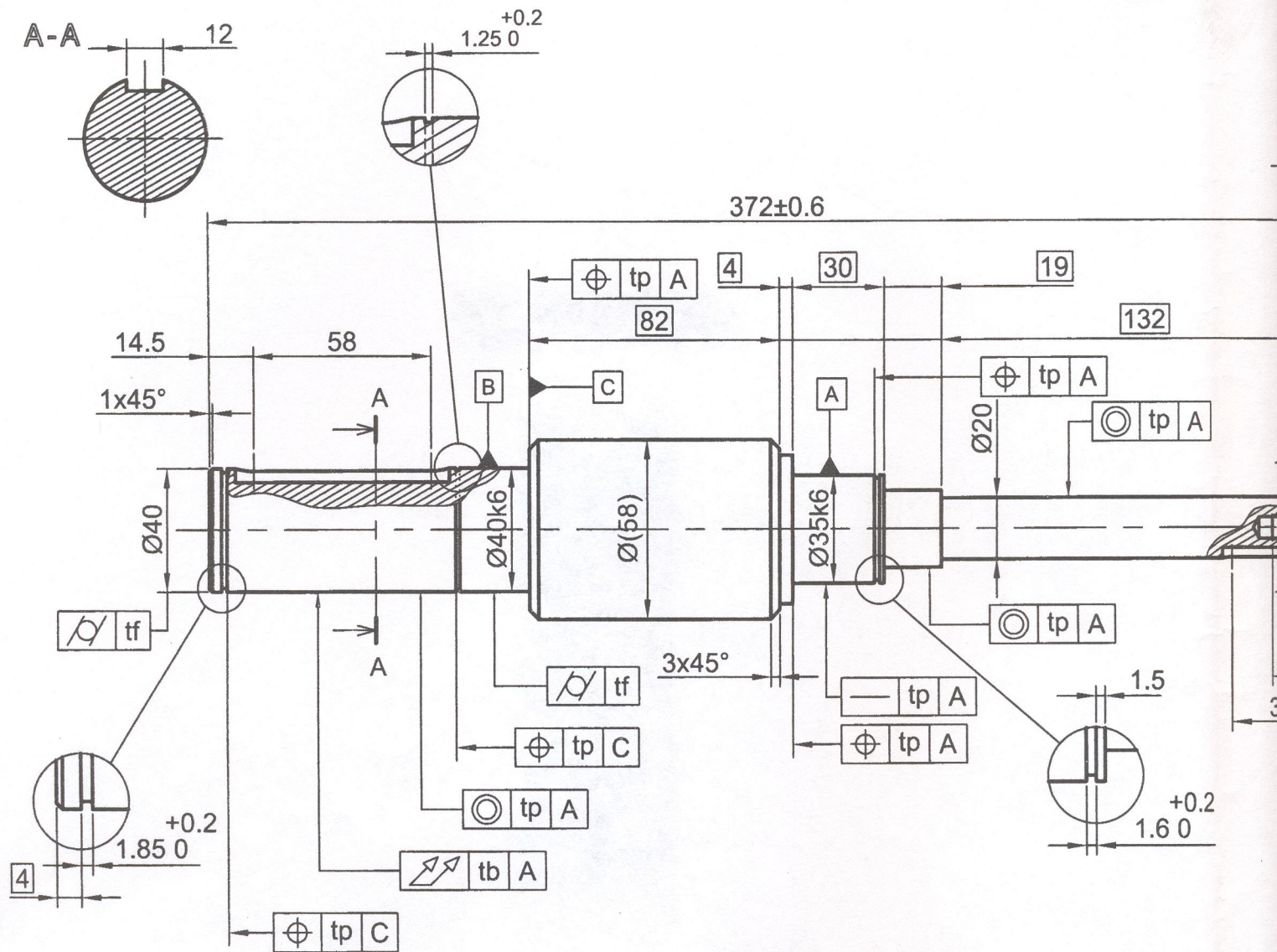
Système de traitement
des eaux usées

Repère :

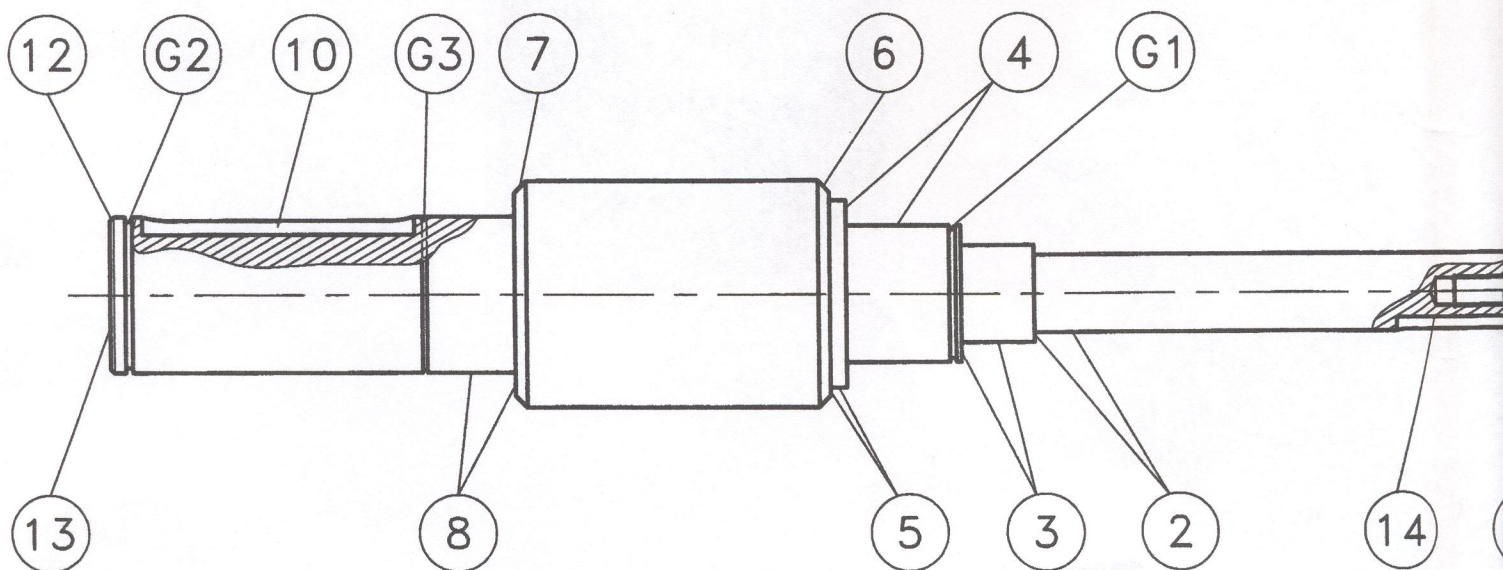
Echelle : 1 : 2

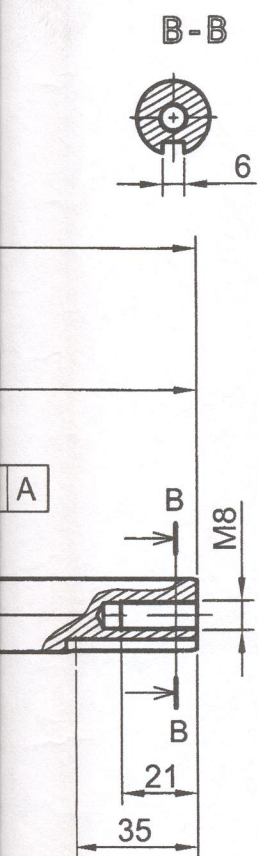
Document : DT 2

Dessin de Définition



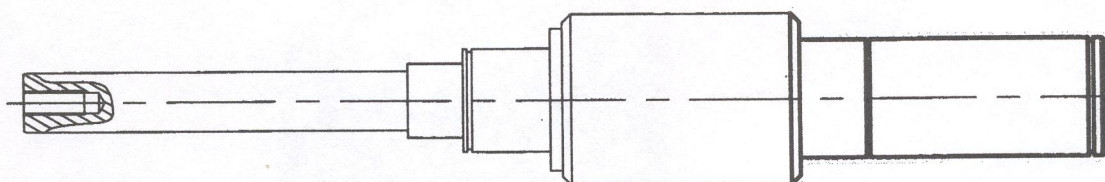
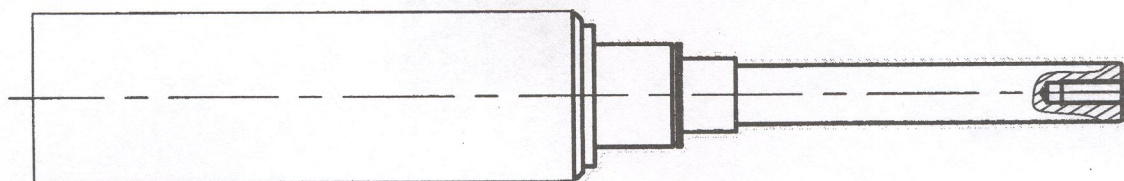
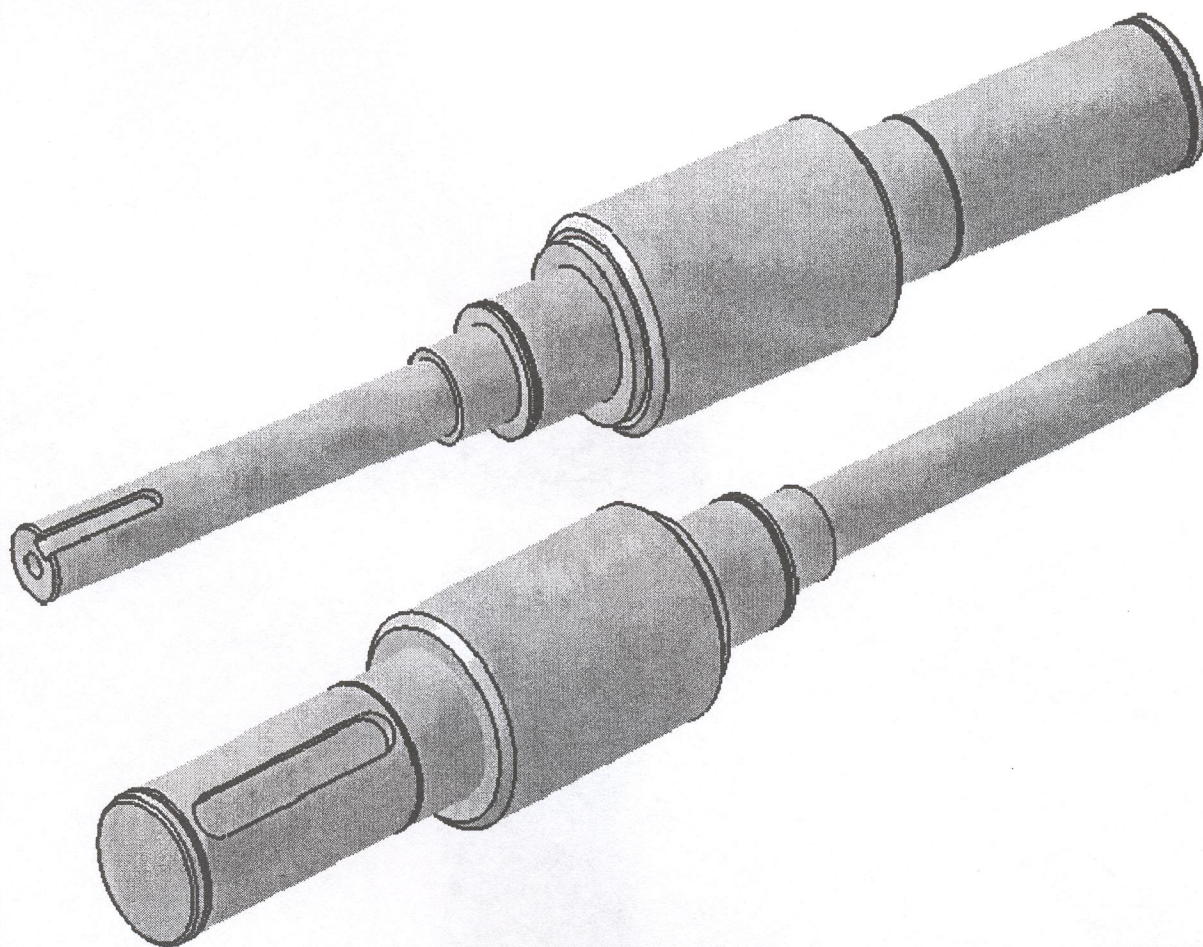
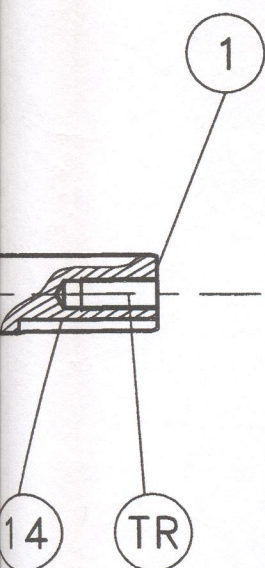
tf : tolérance de forme
 tp : tolérance de position
 tb : tolérance de battement
 Sauf indication IT Général selon la norme ISO 2





+0.2
0

norme ISO 2768 m-k



Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs

Concours technologie : Epreuve STI

Session : 2015



Système de traitement
des eaux usées

Repère : 17

Echelle :

Document : DT 3