

# CONCEPTION ET RÉALISATION D'UNE CELLULE DE FLOTTATION POUR L'ENRICHISSEMENT DES DÉCHETS DE CHROMITE D'ANDRIAMENA-MADAGASCAR

Simon Rakotoarison, Francky H. Rakotondrazafy

---

## RÉSUMÉ

Dans le cadre de la valorisation des déchets de l'exploitation des minerais de chromite des gisements d'Andriamena dans les usines la Société KRAOMA, une série d'études pour l'enrichissement de tous les déchets disponibles a été entreprise. La présente étude se rapporte aux rejets des fines issus du traitement gravimétrique et ceux de l'unité de déphosphoration. Une analyse qualitative et quantitative des différents types de déchets cumulés autour des usines de traitement a été effectuée suivie d'essais de traitement d'enrichissement dans une unité de flottation. Le dessin technique de l'ensemble « Cellule de flottation » qui fait partie intégrante de cette étude est détaillé en annexe pour la réalisation de la cellule. Les résultats obtenus lors des essais expérimentaux sont les suivants :

- ✚ Particules broyées à 200  $\mu$ , vitesse de rotation de l'agitation fixée à 2500 t / mn, pH réglée à 7, temps de traitement entre 13 à 15 mn.
- ✚ 52 % de rendement de récupération en  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  avec la nouvelle cellule de flottation au lieu de 45 % en rendement de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  avec la cellule existante.

Mots clés : déchets, Andriamena, flottation, cellule, fines, gisement, gravimétrique, traitement, gisement.

## INTRODUCTION

La seule Société qui exploite la chromite à Madagascar depuis quarante ans, semble confrontée à un manque de gisement de grande taille comme les deux mines qui ont assuré leur survie jusqu'en 2015. L'essai d'exploitation des petits gisements s'avérait concluant en 2002, aussi la mise en exploitation de certains d'entre eux parmi les six cent indices répertoriés dans la zone d'Andriamena, pourrait être considérée comme une solution alternative à ce manque de gisements exploitables. Par ailleurs, la quantité des déchets cumulés depuis le début de l'exploitation est très importante et non seulement, ils sont de différentes sortes mais certains d'entre eux contiennent encore de quantité non négligeable de chromite valorisable. Il faudrait donc chercher des méthodes adéquates pour récupérer au maximum la chromite qu'ils contiennent. A ce titre, l'étude d'une cellule de flottation a été entreprise pour le traitement des rejets de la laverie et ceux de la déphosphoration.

La flottation est un procédé minéralurgique qui consiste en un enrichissement des minerais. Cet enrichissement est obtenu par une séparation des solides avec une diminution de la mouillabilité de certains constituants solides d'une pulpe. Ces derniers sont ensuite entraînés vers la surface par des bulles d'air.

La flottation est une méthode de séparation de solide qui utilise les différences de propriété de surfaces entre les solides, une solution aqueuse et un gaz (habituellement de l'air). Dans certains cas et en particulier dans les traitements des eaux usées, la flottation est un procédé solide-liquide. [10] Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour récupérer la chromite à l'instar du séparateur magnétique et de l'hydrocyclone.

Si on utilise la méthode par flottation, on évaluera le taux de récupération et la teneur en chromite des produits traités. Ainsi l'étude se divise en trois parties:

- Les généralités sur la chromite, les déchets de chromite et la flottation
- La conception et la réalisation d'un appareil de flottation
- Les essais expérimentaux.

## I. GÉNÉRALITÉS SUR LA CHROMITE [8]

La chromite est le minerai qui contient du  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Ce minéral se présente rarement sous forme de cristaux, le plus souvent il forme des masses grenues. La coloration est noire brunâtre et la poudre est brune. L'éclat est semi-métallique et sa dureté est de 5,5 sur l'échelle de Mohs. Son poids spécifique varie de 4,5 à 4,8  $\text{t} / \text{m}^3$ . Il est fusible au chalumeau, inattaquable aux acides.

L'origine de la chromite est exclusivement magmatique et elle est liée aux roches ultrabasiques. Seule la chromite ou le fer chromé est utilisé comme minerai de chrome. La chromite se trouve dans les roches basiques, soit dans les pyroxénites, soit, moins fréquemment dans les péridotites et leurs dérivés.

La chromite d'Andriamena a été exploitée depuis quarante à Madagascar. Toute la production a été destinée à l'exportation.

Le tableau 1 ci-dessous nous donne la quantité des produits exportés entre 1990 et 2002

Tableau 1. Produits exportés (1990 – 2002) [Source : Société KRAOMA, 2003]

Année	Concentré (tonnes)	Rocheux (tonnes)
1990	49 000	103 500
1991	57 000	88 500
1992	64 800	91700
1993	48 000	83 500
1994	37 600	47 500
1995	41 500	61 600
1996	51 500	81 600
1997	45 000	73 900
1998	19 000	73 900
1999	52 000	84 000
2000	30 900	87 800
2001	15 260	45 600
2002	2 830	7 900

Le tableau 2 nous renseigne sur la qualité du concentré de chrome

Tableau 2. Caractéristiques du concentré du chrome [3]

Produit	Concentré
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	40 % minimum
Cr/Fe	2,4
$\text{SiO}_2$	6 % maximum
$\text{Al}_2\text{O}_3$	13 – 16 %
MgO	12 – 14 %
FeO	17 – 18 %
P	0,009 % au maximum
H <sub>2</sub> O	6%
Granulométrie	90% entre 40 $\mu$ et 100 $\mu$

## II. GÉNÉRALITÉS SUR LES DÉCHETS DE LA CHROMITE

On distingue quatre différentes sortes de déchets:

- ✚ Les déchets de l'exploitation qui sont des blocs de roches laissés au stock intermédiaire de la mine, après évacuation de la chromite. La granulométrie des ces blocs de roches varient de quelques centimètres à quelques mètres.
- ✚ Les déchets de traitement qui sont les rejets issus des différentes unités de séparation. On distingue deux types de ces déchets :
  - Les rocheux provenant de la liqueur dense d'une granulométrie de 40 à 150 mm,
  - et les fines provenant des usines de déphosphoration et de la séparation gravimétrique (laverie), ayant une granulométrie de 200 à 1000  $\mu$ .

### 1. Caractéristiques chimiques

Le tableau 3 nous indique la composition chimique moyenne des déchets d'exploitation

Tableau 3. Caractéristiques chimiques des déchets d'exploitation [5]

Élément	Teneur
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17 %
FeO	10,19%
P	260 ppm
Granulométrie	Gros blocs de quelques dizaines de cm à quelques m

Le tableau 4 résume les caractéristiques des déchets de traitement.

Tableau 4. Caractéristiques des déchets provenant de chaque unité de traitement.

Élément	Liqueur dense	Table vibrante	Déphosphoration
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6 %	21,69 %	22,4 %
FeO	6,39 %	11,13 %	9,45 %
P	216 ppm	na	na
Granulométrie	40 à 150 mm	200 à 1000 $\mu$	200 à 1000 $\mu$

Na = non analysé

En 2002 les rejets de traitement par liqueur dense s'élevaient à 170 000 m<sup>3</sup> soit environ 270 000 tonnes.

### 2. Composition minéralogique des différents rejets : [2]

Les différents constituants minéralogiques des déchets sont présentés dans le tableau 5 suivant :

Tableau 5. Composition minéralogique des déchets

Éléments	Densité	Composition chimique	Dureté
Chromite	4,50 à 4,80	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO	7,3 à 7,8
Quartz	2,65	SiO <sub>2</sub>	7,0
Mica	2,00 à 3,00	Fluosilicate K, Mg, Fe, Mn	2,0 à 3,0
Apatite	3,20	Fluorophosphate Ca	5,0
Talc	2,60 à 3,00	Silicates Mg	1,0
Amphibole	3,00 à 3,30	Silicates Ca, Mg, Fe, F	5,5 à 6,0
Pyroxène	3,00 à 3,30	Silicates Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Al, F	5,6
Serpentine	2,50 à 2,60	Silicate Mg	2,5 à 3,5
Péridot	3,22 à 4,39	Silicate Fe, Mg	4,0
Monazite	4,80 à 5,50	Phosphate Ce, La, Y, Th	5,0 à 6,0

Pour pouvoir classer la chromite traitée, voici le tableau qui indique la classification selon leur utilisation :

Tableau 6. Classement classique de la chromite suivant leur utilisation [2]

Utilisation	Métallurgique	Chimique	Réfractaire	Fonderie
Éléments				
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	> 46	> 44	30 - 40	44 min
Cr/Fe	> 3 / 1	> 1,5 / 1	> 2 – 2,5 / 1	-
SiO <sub>2</sub> (%)	< 10	< 3,5	6	4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	-	-	25 -30	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	-	-	-	2,6 max
CaO (%)	-	-	-	0,5
Physique	Hard / lumpy	Lumpy	Lumpy / friable	Fines

### III. GÉNÉRALITÉ SUR LA FLOTTATION

La flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui le contient. [1] La flottation est une méthode de séparation de solide qui utilise les différentes propriétés de surface entre les solides, une solution aqueuse et un gaz.

La pulpe est une solution aqueuse formée essentiellement d'eau et de particules du minerai qu'on introduit dans une cellule de flottation.

Les réactifs de flottation [6] sont classés suivant leurs propriétés en :

- ✚ Moussants qui sont des réactifs ayant pour rôle de favoriser la formation et la stabilité des bulles ; ce sont des tensioactifs organiques utilisés à très faible dose (5 à 200 g / t de minerai).
- ✚ Collecteurs, qui sont des composés moléculaires polaires ou non polaires formant à la surface des minéraux, un film qui les rend hydrophobe ou non mouillable, donc il y a possibilité d'adhérence des particules aux bulles d'air.
- ✚ Agents modificateur de pH : étant donné que les phénomènes de surface sont très souvent sensibles au pH de la solution, des agents modifiants sont utilisés pour stabiliser leurs valeurs (acide sulfurique, chaux).
- ✚ Activant et dépresseur qui sont les réactifs chimiques qui permettent la sélectivité de l'hydrophilisation entre les différentes phases minérales du minerai. Ils sont extrêmement nombreux et sont utilisés selon les caractéristiques des minéraux présents et leurs interactions.

Au préalable, le minerai doit être broyé à une granulométrie suffisamment fine (inférieure à 0,2 mm). [10] En effet, il est nécessaire que les particules puissent être soulevée par des bulles d'air, ou qu'elles soient en majorité mono minérales, c'est-à-dire que les grains de minerai mis en valeur soient les plus distincts possibles des grains de la gangue, et que le pourcentage de grains mixtes soit faible ou acceptable.

Les spécificités de la flottation [10] résident dans les possibilités de traitement des minerais pauvres, c'est-à-dire que les minerais ne sont pas valorisables auparavant, mais après flottation, ils le deviennent.

Il existe deux différents types de flottation : [7]

- Flottation naturelle  
La flottation naturelle est utilisée lorsque la différence de masse volumique est naturellement suffisante pour provoquer la séparation.

➤ Flottation assistée

La flottation assistée consiste en une insufflation de bull d'air au sein de la masse liquide pour améliorer la séparation des particules naturellement flottables. Ce procédé concerne en particulier des graisses (particules solides) d'eaux résiduaires. Pour un dégraissage sommaire, l'air est insufflé par des diffuseurs à bulles moyennes (2 à 4 mm de diamètre) qui provoquent une turbulence séparant les particules lourdes agglomérées avec les graisses. Pour un dégraissage plus poussé, on utilise les fines bulles (0,5 à 1 mm de diamètre) produites par un aérateur immergé.

Tableau 6. Caractéristiques de la flottation assistée.

Débit d'air utilisé $l.m^{-3}$	Taille des bulles (mm)	Puissance absorbée $Wh.m^{-3}$	Temps théorique de séjour (mn)
100 à 400	2 à 5	5 à 10	5 à 10

Il existe deux types de flottation assistée suivant la taille de bulles de gaz :

1. La flottation mécanique qui utilise de l'air dispersé avec production de bulles de 0,2 à 2 mm de diamètre (vitesse ascensionnelle environ  $20 \text{ cm s}^{-1}$ ). Ce procédé s'applique pour la séparation et la concentration des pulpes des minerais. Il s'agit de minerai broyé, de taille souvent inférieure à 0,2 mm, qui est mise en suspension avec des bulles d'air de 0,2 à 2 mm de diamètre. Ce procédé utilise un grand nombre de cellules en série et demande beaucoup d'énergie. Dans le cas d'eaux huileuses, la séparation par flottation mécanique s'appelle MOUSSAGE. Elle est obtenue avec l'addition de coagulant organique ou d'agent désémulsifiant.

Les caractéristiques de la flottation mécanique se trouvent dans le tableau 7 suivant :

Tableau 7. Caractéristiques de la flottation mécanique

Débit d'air utilisé $l.m^{-3}$	Taille des bulles (mm)	Puissance absorbée $Wh.m^{-3}$	Temps théorique de séjour (mn)
1000	0,2 à 2,0	60 à 120	4 à 16

2. La flottation à l'air dissout qui utilise des bulles d'air très fines (microbulles de 40 à  $70\mu$  de diamètre, vitesse ascensionnelle 100 fois inférieure à celle de la flottation mécanique). La qualité de la flottation provoquée dépend surtout des interactions physico-chimiques entre les trois phases solide, liquide et gaz.

Tableau 8. Caractéristiques de la flottation à l'air dissout

Débit d'air utilisé $l.m^{-3}$	Taille des bulles (mm)	Puissance absorbée $Wh.m^{-3}$	Temps théorique de séjour (mn)
15 à 50	40 à 50	40 à 80	20 à 40 (hors floculation)

➤ Flottation provoquée [9]

Dans le cas d'une flottation provoquée, la masse volumique de la particule est, au départ, supérieure à celle du liquide. Elle est artificiellement réduite grâce à des bulles de gaz (l'air en général). En effet, certaines particules solides ou liquides peuvent s'unir à des bulles pour former des attelages particule - bulle moins dense que le liquide.

- Modes de production des microbulles

a- La pressurisation qui est la technique la plus répandue. Les bulles sont obtenues par détente d'une solution enrichie en air dissout sous une pression de quelques bars. On utilise comme liquide soit de l'eau brute (pressurisation directe), soit de l'eau traitée recyclée (pressurisation indirecte). Le débit d'eau pressurisée est une fraction du débit nominal de l'installation. Il représente 10 à 50 % du débit à traiter avec des pressions de l'ordre de 3 à 6 bars. On réalise une dissolution d'air à un taux d'environ 70 % de la saturation à pression considérée. On consomme ainsi entre 15 à 50 litres d'air par  $m^3$  d'eau traitée.

b- L'électro-flottation qui produit des bulles d'O<sub>2</sub> et H<sub>2</sub> par électrolyse de l'eau. L'intensité du courant utilisée est de l'ordre de 80 à 90 Ah/m<sup>2</sup> de surface du flotteur. L'électrolyse produit 50 à 60 l/h/m<sup>2</sup> de gaz. Ce mode de production pose un grand problème d'entretien car les anodes sont très sensibles à la corrosion et les cathodes à l'entartrage par décarbonatation. Il faut donc prévoir un traitement chimique préalable de l'eau et une protection de l'anode.

➤ Machines de flottation

Les fonctions indispensables que doivent remplir une machine de flottation sont les suivantes :

- ❖ Le maintien en suspension des grains dans le milieu liquide,
- ❖ La dissémination de l'air en bulles finement divisées,
- ❖ La formation de mousse en surface du liquide où doit régner par conséquent une tranquillité relative,
- ❖ La dissémination des réactifs qui peut être réalisée dans des appareils séparés appelés conditionneur.
- ❖ L'injection de l'air provenant d'un compresseur séparé ou être introduit par la machine elle-même.

On distingue trois catégories de machines de flottation qui sont, les machines pneumatiques, les machines à agitation mécanique et les machines mixtes.

1. Les machines pneumatiques qui se divisent en machines à injection d'air libre et en machines à injection d'air tamisé.

a- les machines à injection d'air libre.

La machine est constituée par une auge allongée dans laquelle plonge une série de tuyaux servant à introduire l'air comprimé. Le maintien en suspension des grains est obtenu par la circulation continue de l'air. La tranquillité en surface est obtenue par la forme spéciale de l'auge comportant des écrans qui contribuent en même temps à la dissémination de l'air. Les réactifs doivent être ajoutés à la pulpe dans des conditions séparées et disposés en amont des machines de flottation.

b. les machines à injection d'air tamisé

L'air provenant d'un compresseur est introduit à travers un fond poreux, soit en toile de coton, soit une feuille de caoutchouc percée d'une multitude de trous. Le passage de l'air dans la pulpe suffit à maintenir les grains en suspension. De plus, l'air étant finement divisé donc il y a relativement peu de turbulence et la tranquillité en surface est suffisante. Les réactifs doivent être ajoutés dans un conditionneur séparé.

2. Machines à agitation mécanique qui sont constituées soit par une auge unique, soit par une série de bacs, habituellement à section horizontale carrée, communiquant entre eux, et dans chacun desquels plonge un arbre vertical, chaque arbre vertical porte un agitateur tournant, en général près du fond du bac. L'air peut provenir d'un agitateur séparé.

3. Les machines mixtes qui utilisent l'air provenant d'un compresseur séparé et est injecté au travers d'un disque horizontal creux recouvert de tissu ou de caoutchouc perforé. Au dessus et tout près de ce disque, tourne un plateau en caoutchouc percé de 8 trous de diamètre de 40 mm environ. Le plateau parachève la dissémination de l'air et en assure le brassage en présence de la pulpe et des réactifs. Ce type de machine n'est plus très utilisé actuellement.

### III- LA PARTIE EXPÉRIMENTALE

#### 1. Essais de flottation dans une cellule de flottation existante.

A partir des différents essais que nous avons réalisés sur les déchets issus de la laverie et de la déphosphoration, voici les résultats obtenus:

Les essais de mise au point des différents paramètres de la cellule de flottation pour un rendement optimum de l'extraction de chromite dans ces déchets se résument comme suit :

<p>Particules broyées à 200 <math>\mu</math>,</p> <p>Vitesse de rotation fixée à 2500 tr / mn,</p> <p>Valeur de pH réglée environ à 7,</p> <p>Temps de traitement de 13 à 15 mn</p> <p>Rendement de récupération de 45%,</p>
--

## 2. Nouvelle cellule de flottation.

Nous avons conçu et réalisé une nouvelle cellule de flottation à agitation mécanique. Les dessins techniques de l'appareil sont annexés à cette étude. Des essais ont été ensuite effectués dans cette nouvelle cellule de flottation, avec la mise en œuvre de facteurs optimisés trouvés dans les essais préliminaires et ont donné le rendement global de récupération de 52%.

## III- CONCLUSION

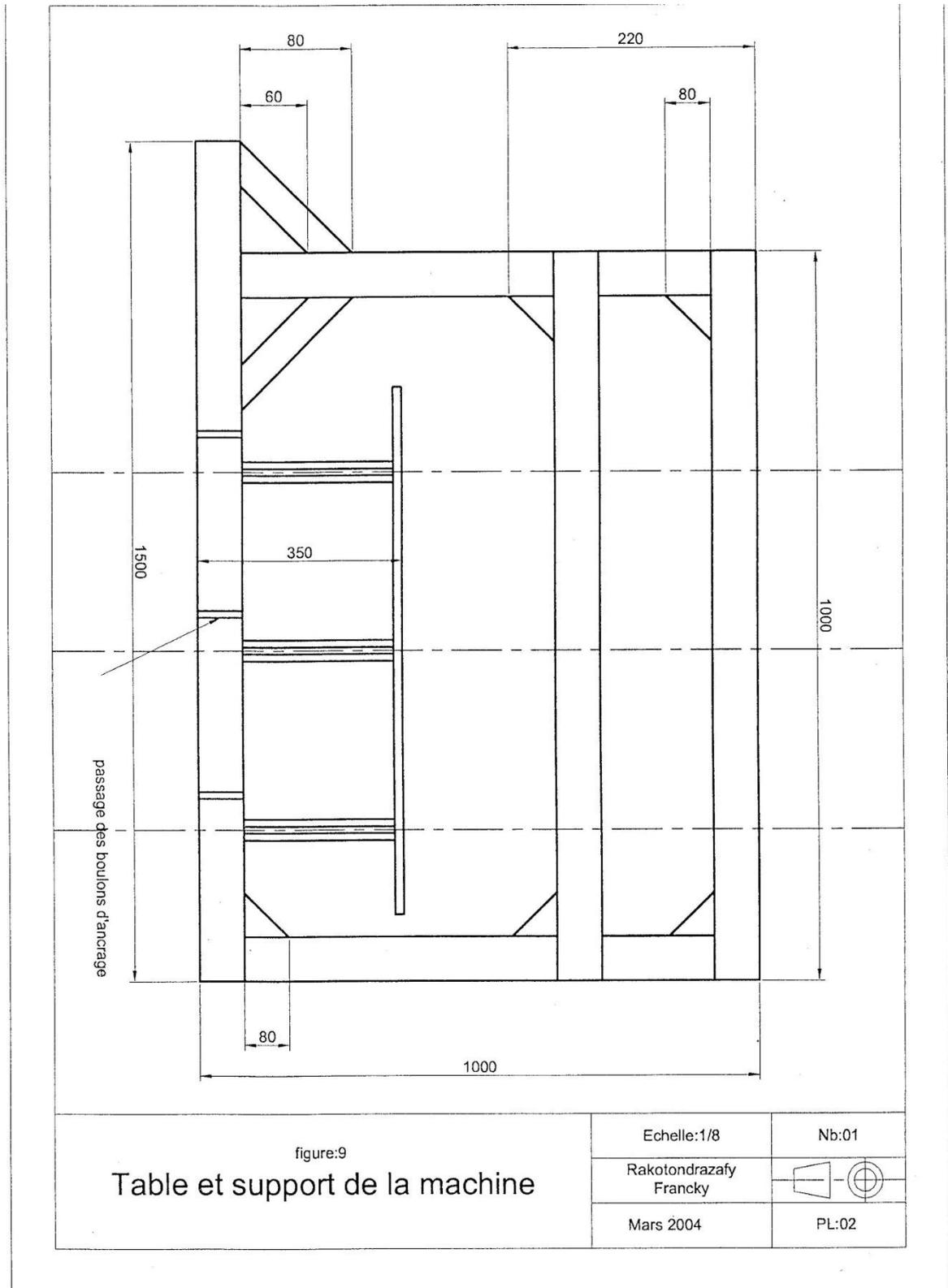
Cette étude n'est qu'un début de recherche des moyens de récupération de chromite dans les déchets issus de l'unité de laverie et de déphosphoration des usines de traitement de la Société KRAOMA. Nous avons opté pour la flottation des déchets car les fines de bon nombre de minerais (graphite, ilménite, etc.) se traitent bien à la flottation depuis longtemps. Le rendement de 52% que nous avons obtenu semble encore trop bas mais avec d'autres études complémentaires comme l'utilisation de nouveaux adjuvants ou de flocculants, on arrivera à un rendement beaucoup meilleur. On pourrait même imaginer l'opération de flottation avant ou après d'autres opérations telles que la séparation magnétique par exemple. Des plus, cette nouvelle flottation peut être utilisée en industrie céramique pour séparer des argiles de la gangue par une forte agitation. L'argile est récupérée en surverse alors que les impuretés le sont en sousverse.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] ANDRIANIRINA L., 2003, Synthèse et expérimentation de réactif de flottation de fabrication locale, Mémoire d'Ingénieur, ESPA.
- [2] BAUD P., 1951, Traité de chrome minéral industriel, Tome 2, Edition Masson, Paris.
- [3] CROZER R.D., PRETHERO D.H., déc.1984, Mining Magazine, Vol. 151, n° 6.
- [4] HAVRE H., 1952, préparation mécanique et concentration des minerais par flottation et sur liqueurs denses, Exposé théorique et pratique, deuxième édition.
- [5] MASTILLON D., 1994, Compte rendu de la mission d'expertise de la chromite de KRAOMA.
- [6] RAKOTOMALALA M., 1987, Amélioration de cellule de flottation conçue au sein de l'EESP.
- [7] RAKOTONINDRAINNY, 1981, Conception et réalisation d'une cellule de flottation appliquée au graphite, Thèse de doctorat, EESP.
- [8] RATEFIARISON R., Étude d'extraction des composés de chrome à partir de la chromite, Mémoire d'Ingénieur, EESP.
- [9] TAGGART, 1948, Handbook of Mineral dressing, ores and Industrial Mineral, p. 800 – 803.
- [10] Technique de l'Ingénieur ; 1986, p 1024 à 1031.

## ANNEXE : Dessin technique de la nouvelle flottation.

(16 PAGES)



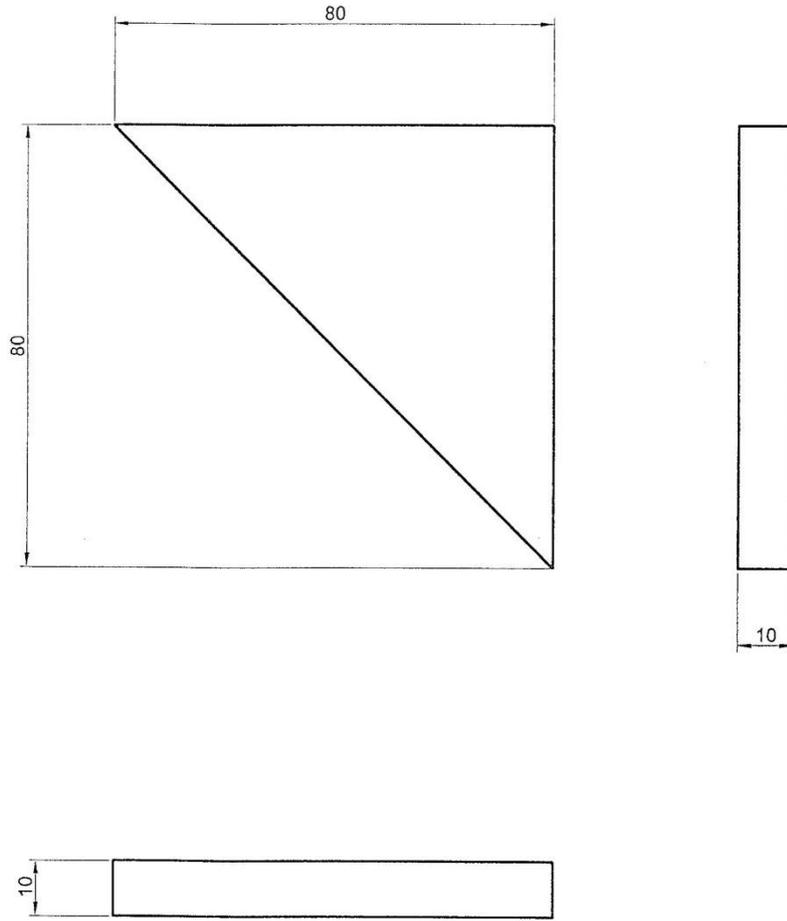
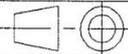


figure:10  
Gousset assortie

Echelle:1

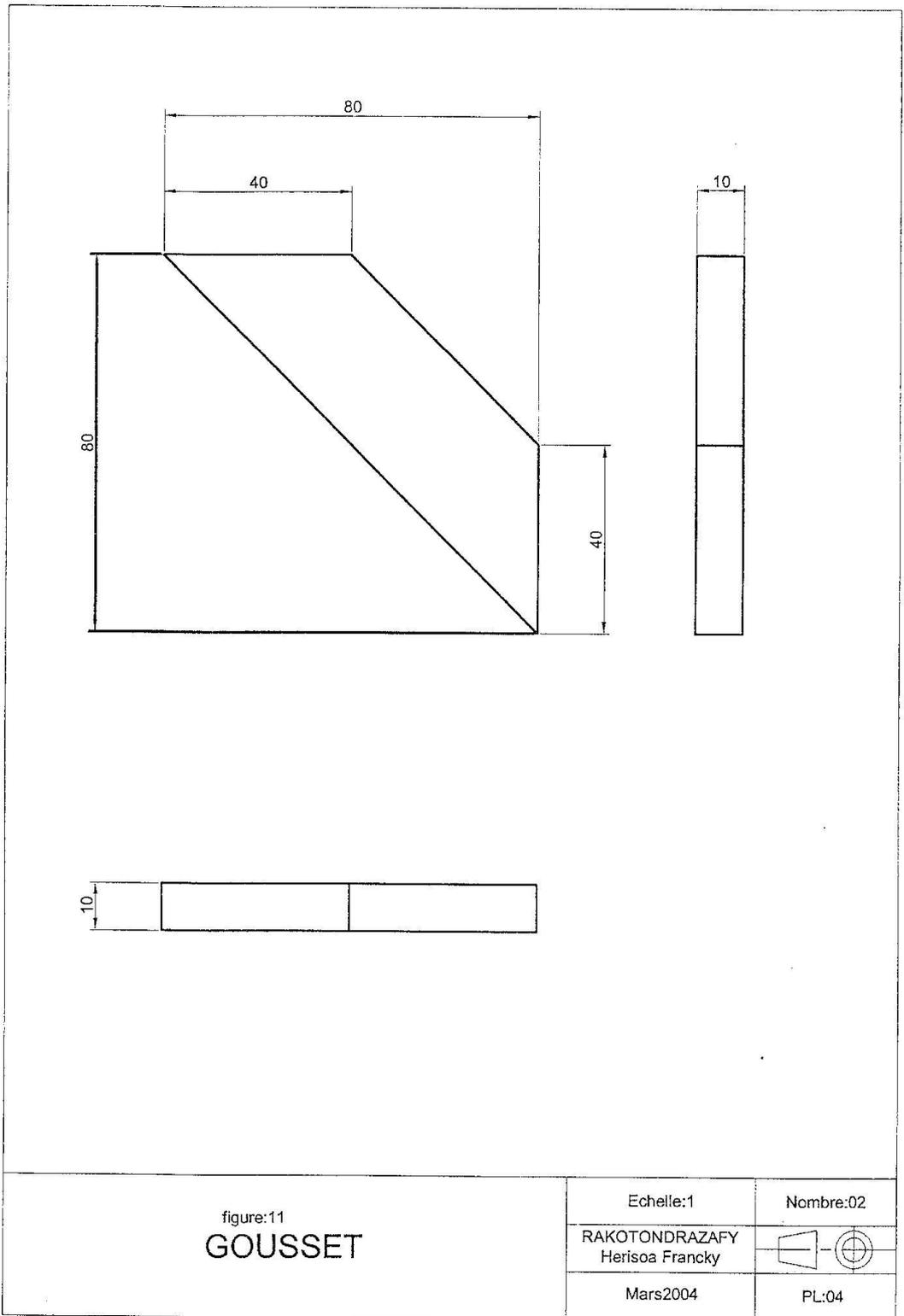
Nombre:05

RAKOTONDRAZAFY  
Herisoa Francky



Mars2004

PL:17



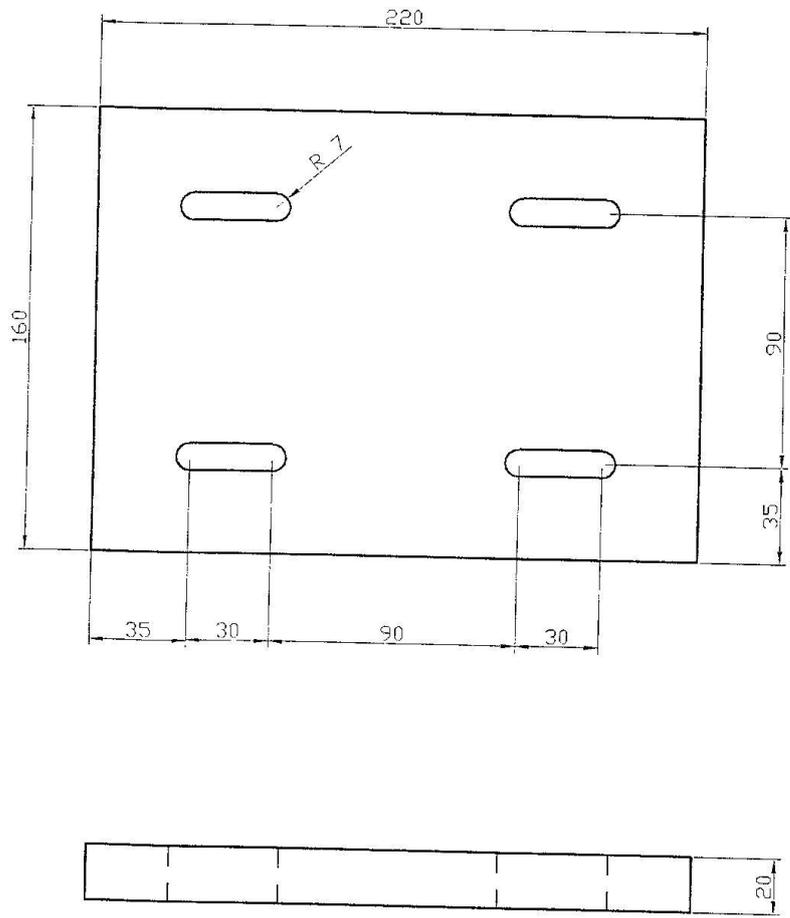
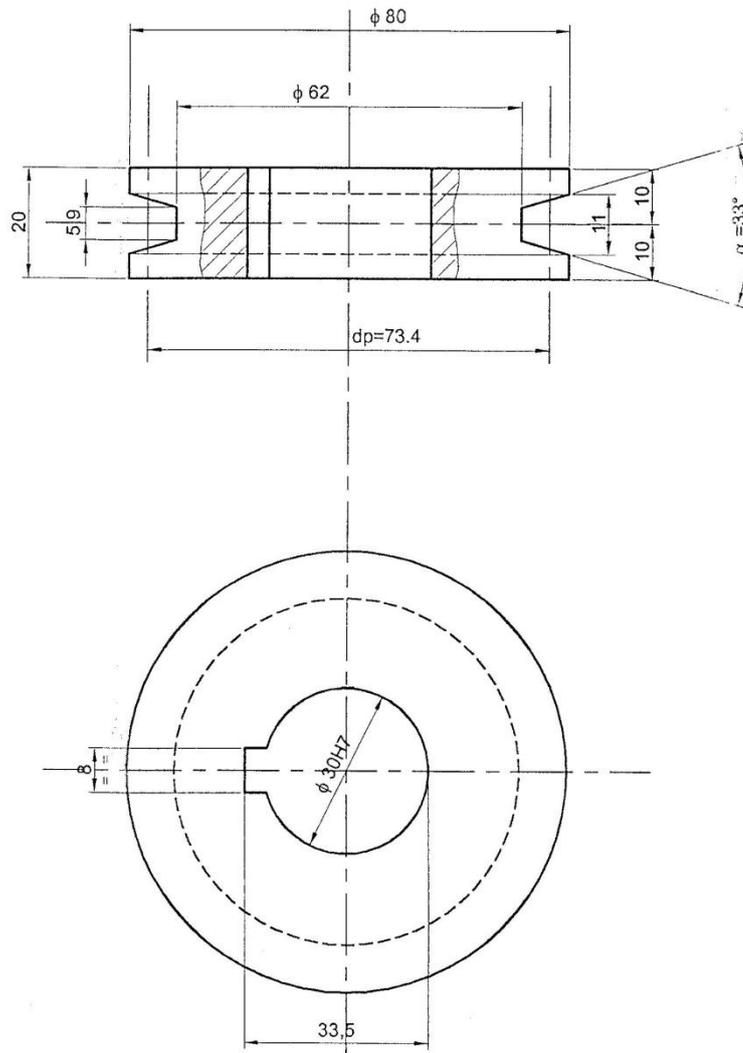


figure12  
Patte moteur

Echelle:1/2	Nombre:01
RAKOTONDRAZAFY Herisoa Francky	
Mars 2004	PL:05



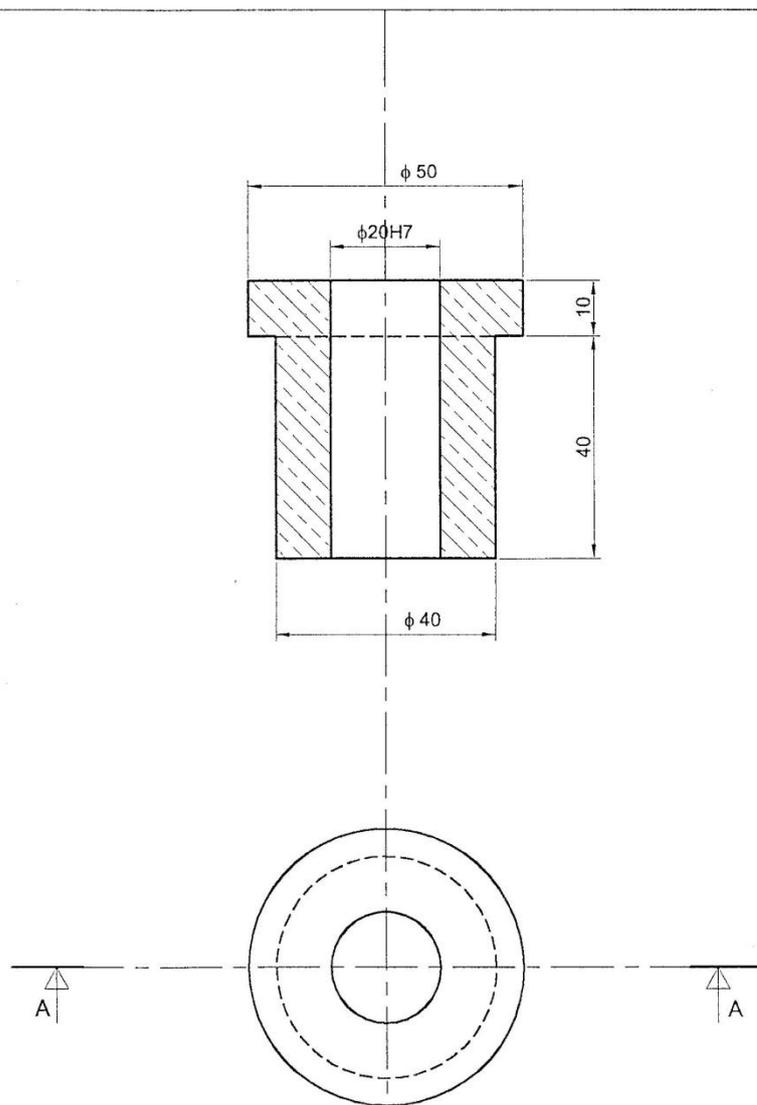
$\phi 30H7$	$\frac{+21}{0}$
-------------	-----------------

Figure13  
Poulie Motrice

Echelle:1	Nombre:01
RAKOTONDRAZAFY Herisoa Francky	
Mars2004	PL:06







Tous les chanfreins sont de 1x45°

$\phi 20H7$	+21
	0

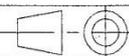
figure:16

## BAGUE DE GUIDAGE

Echelle:50/100

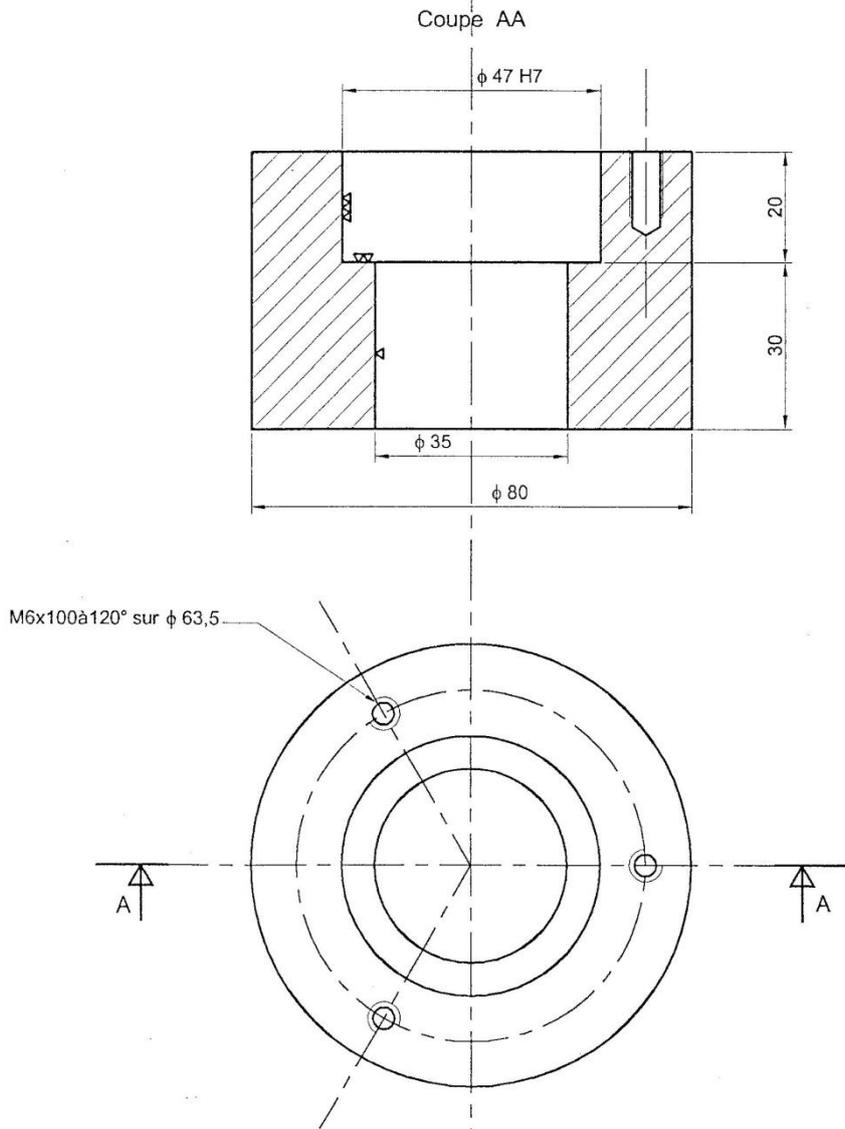
Nombre:03

RAKOTONDRAZAFY  
Herisoa Francky



Mars2004

PL:09



Tous les chanfreins sont de 1x45°

$\phi 47\text{H7}$	+25
	0

figure:17  
Logement du roulement 6204

Echelle:1

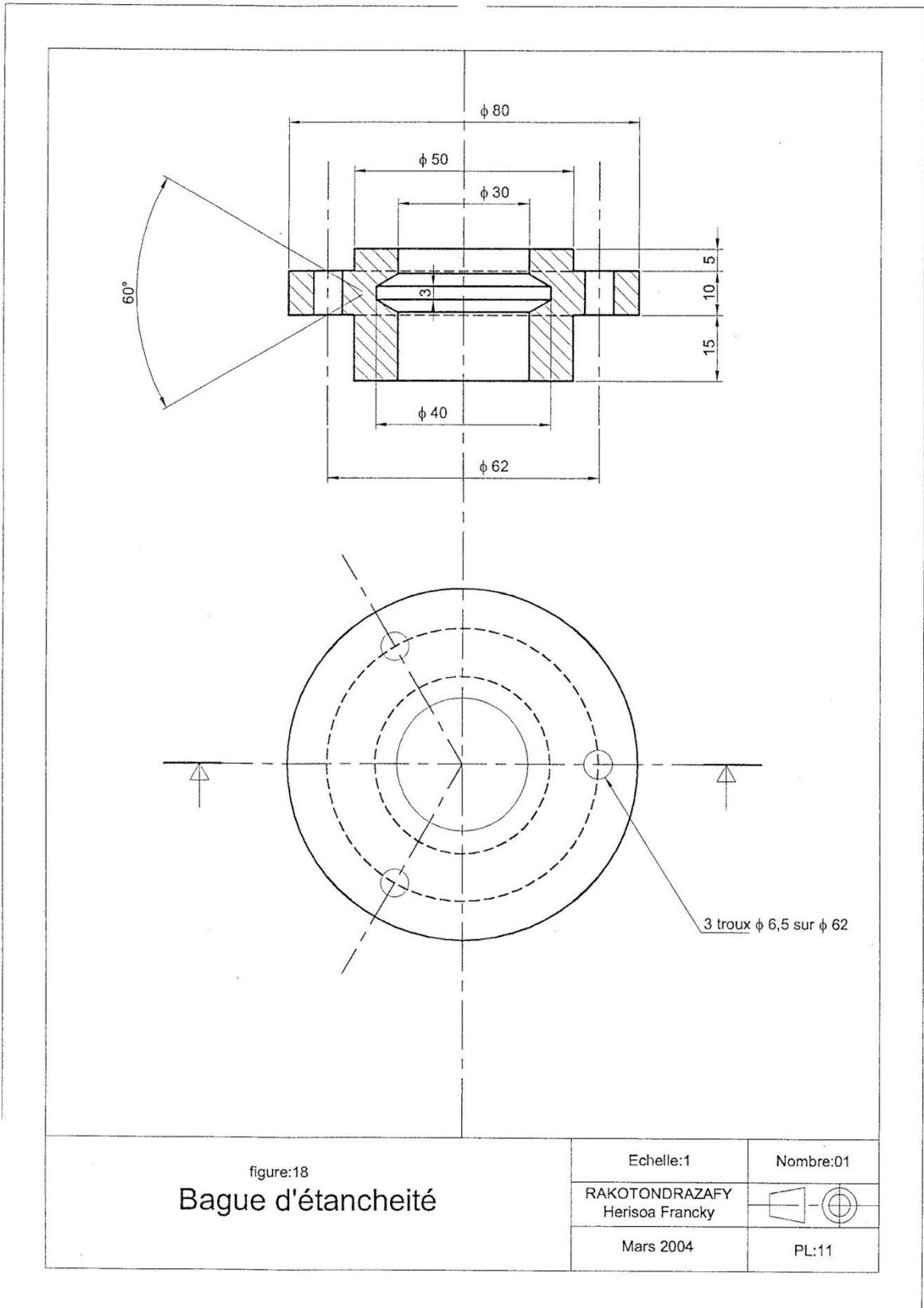
Nombre:03

RAKOTONDRAZAFY  
Herisoa Francky



Mars2004

PL:10



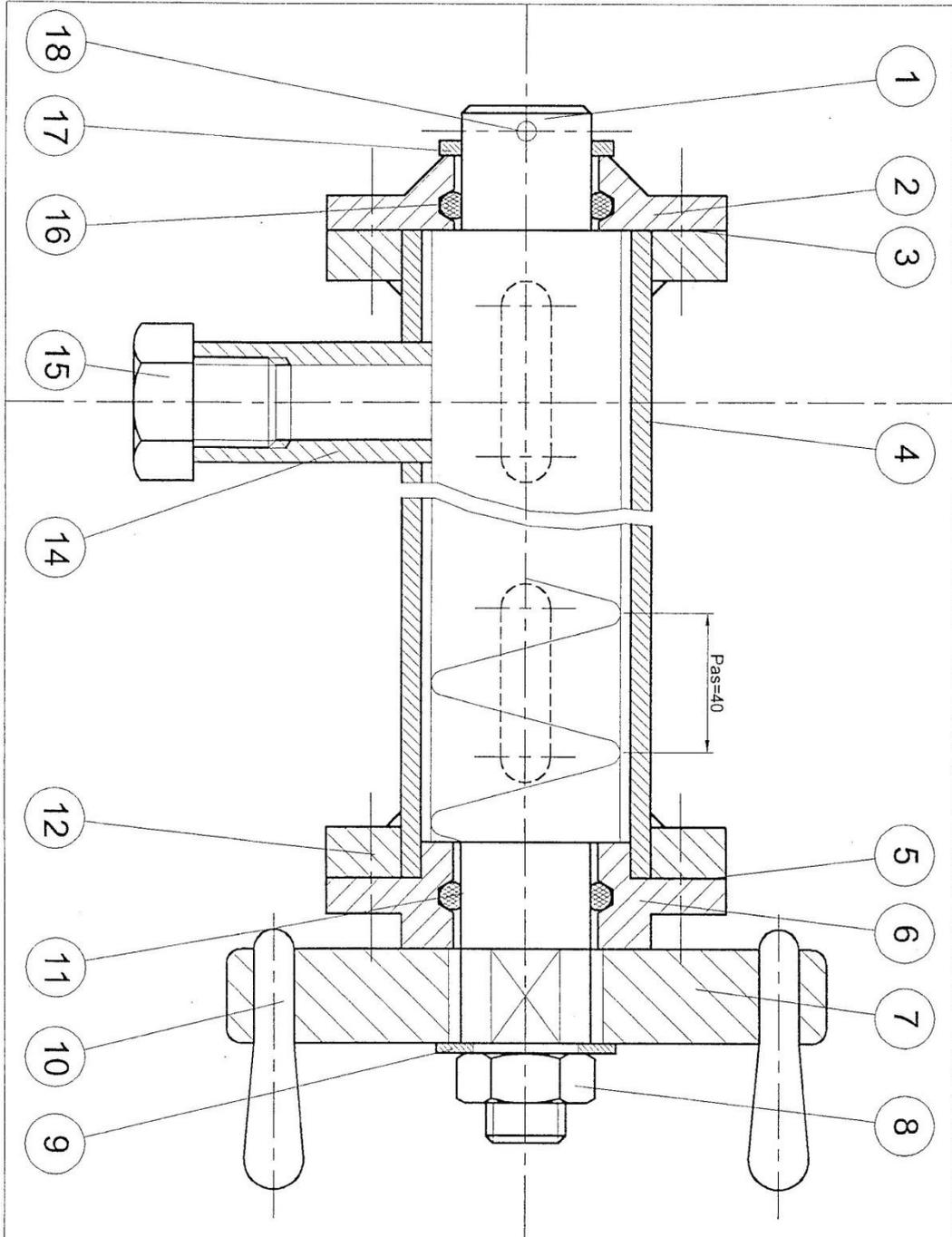
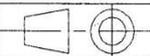


figure:19  
Axe du vis sans fin

Echelle:1

Nb:01

Rakotondrazafy  
Francky



Mars2004

PL:01

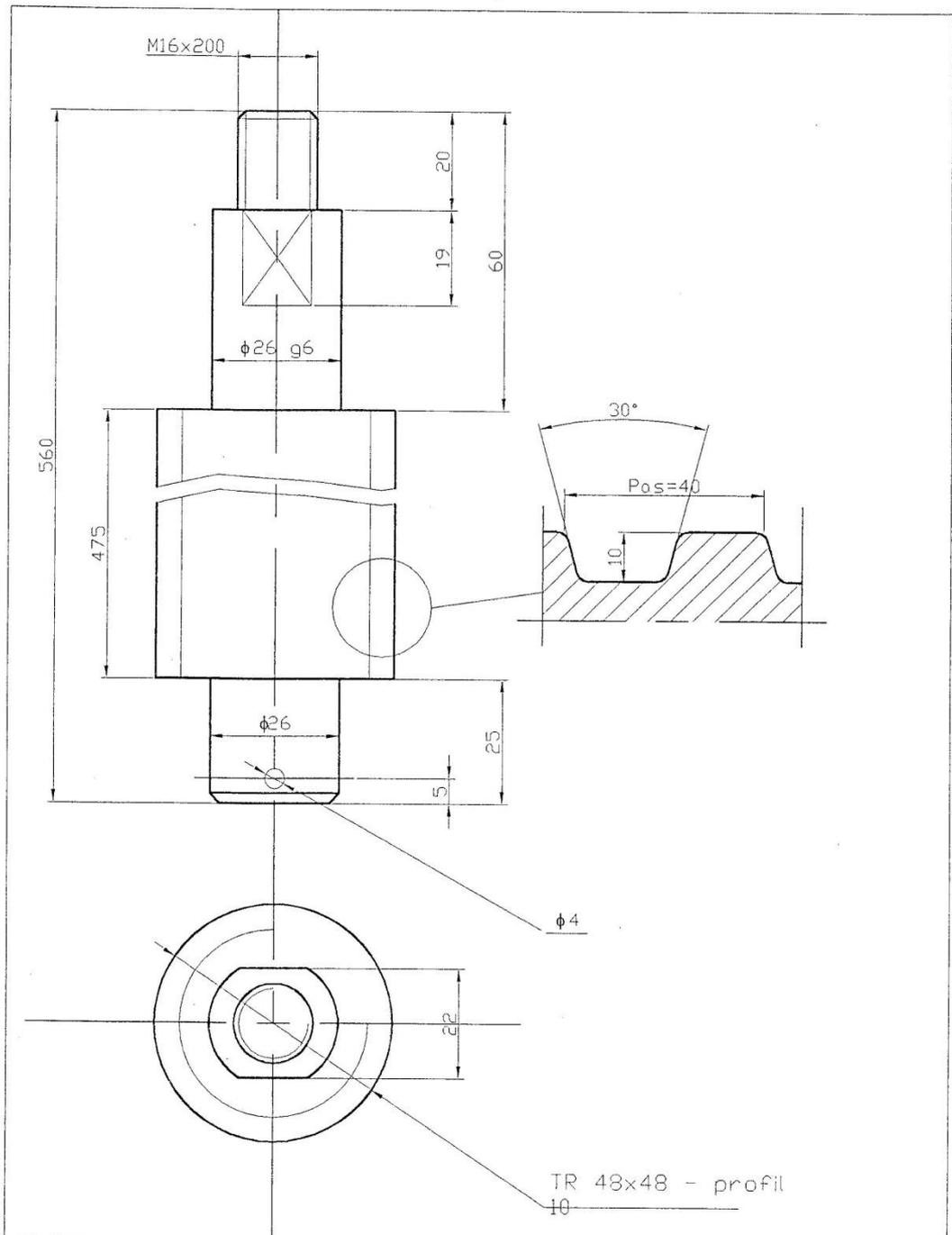
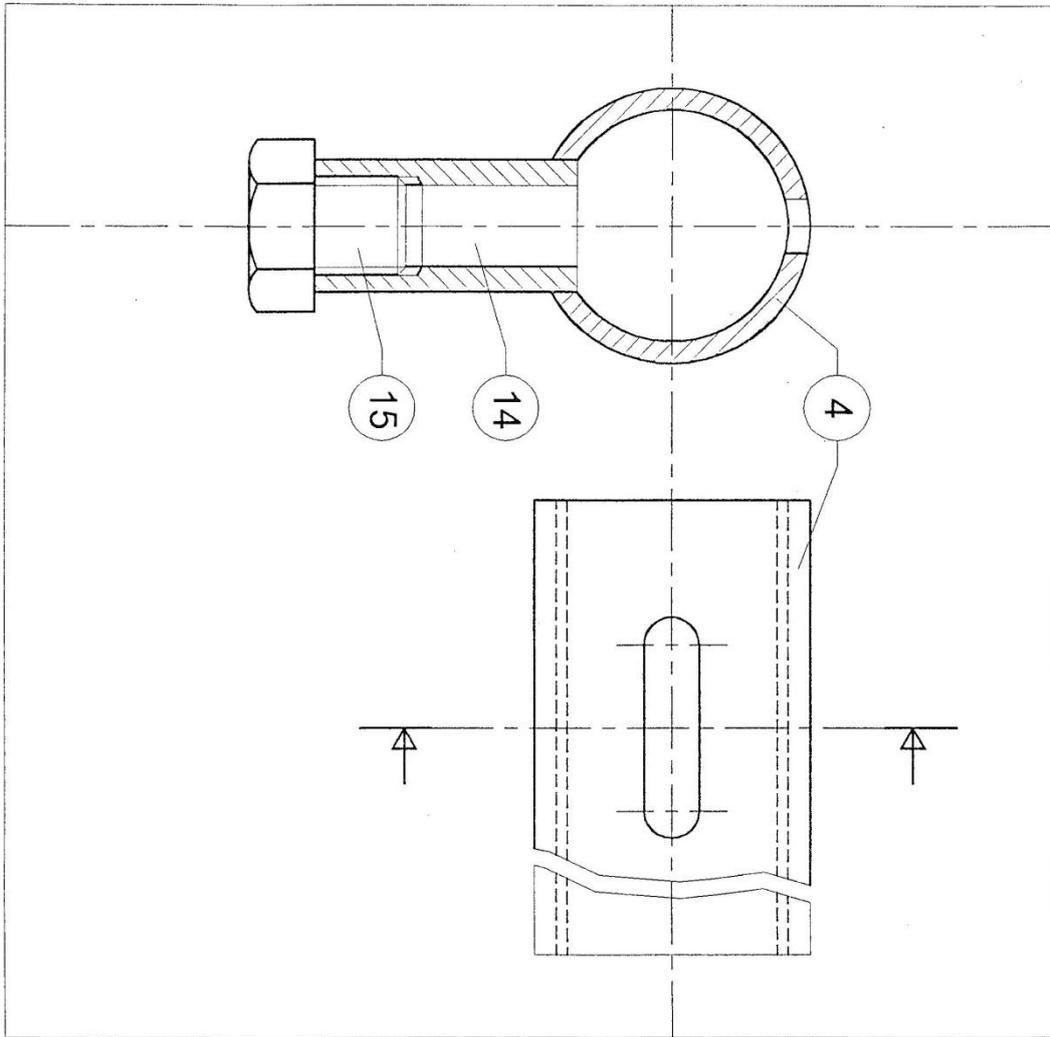


figure 20  
VIS SANS FIN

Echelle:1	Nombre:01
RAKOTONDRAZAFY Herisoa Francky	
Mars 2004	PL:13



15	01	Bouchon	Vis M18-250	Longueur=15
14	01	Versant du dechet	XC 38 $\phi$ 25	Longueur=50
-	-	--	--	--
4	01	CORPS	Tube galva $\phi$ 50;ep.4	Longueur=1000
-	-	--	--	--
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

figure:21 <b>SOUS ENSEMBLE DU CORPS                  ET DU VIS SANS FIN</b>		Echelle:1	Nb:01
		Rakotondrazafy Francky	
		Mars2004	PL:04

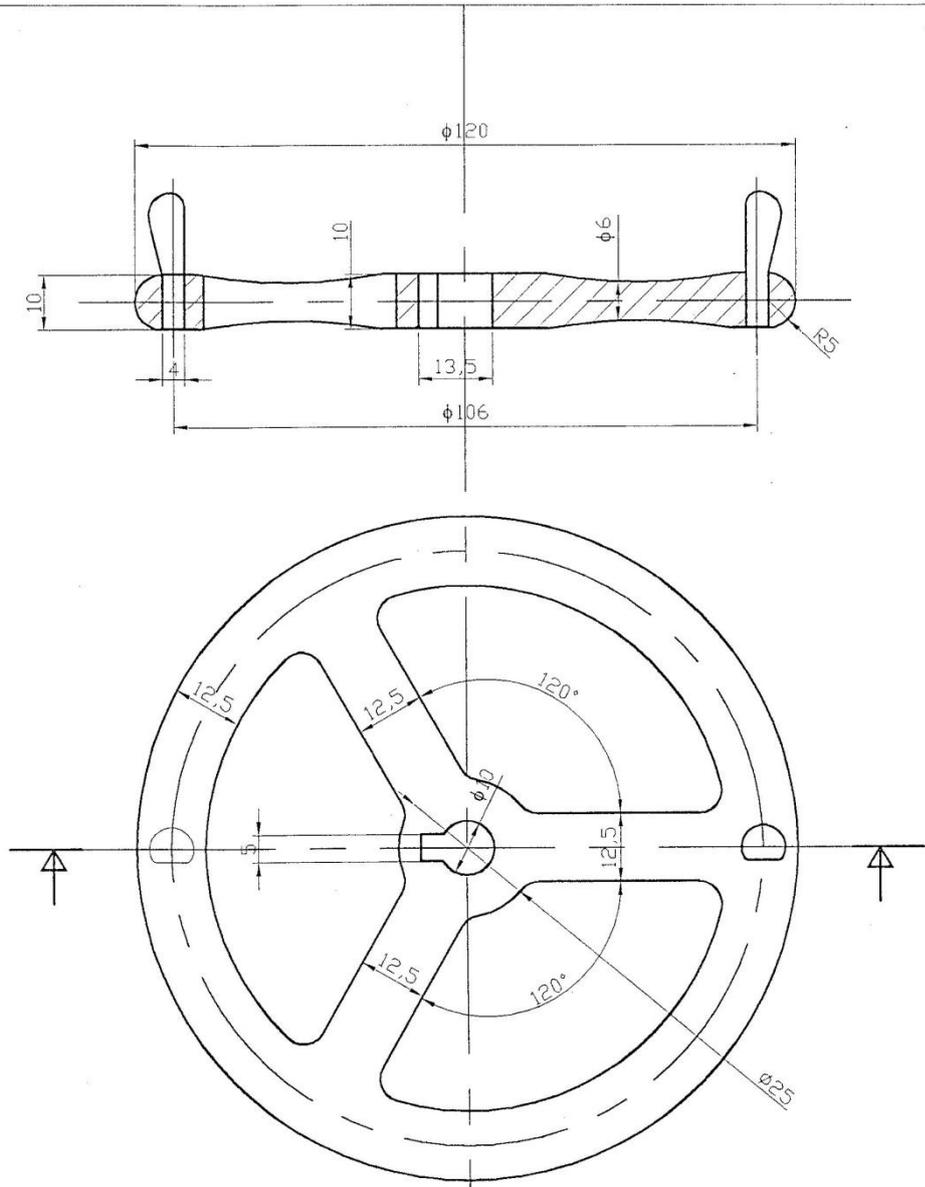
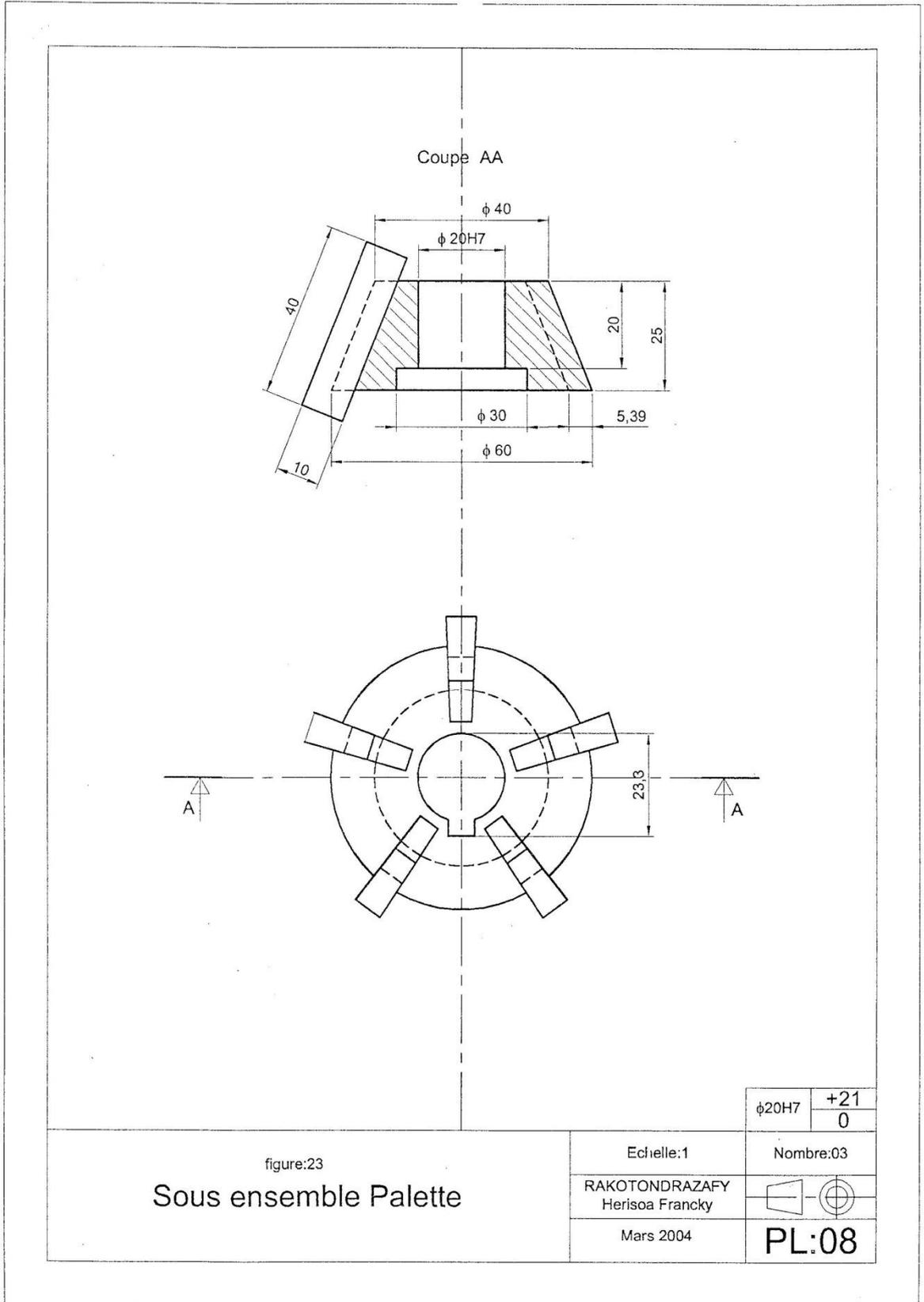
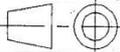


figure:22  
Volant n°3

Echelle:1	Nombre:01
RAKOTONDRAZAFY Herisoa Francky	
Mars 2004	PL:15



18	01	Goupille mécanidus		
17	01	Rondelle anti-pression	φ (40-30)	
16	01	Joint d'étanchéité (joint à lèvres)	Caoutchou	
15	01	Bouchon	Vis M18-250	Longueur=15
14	01	Versant du déchet	XC32 φ25	
13	--	--	--	--
12	06	Vis de fixation des couvercles et le carcasse du vis sans fin		M6x150
11	01	Joint d'étanchéité(joint à lèvres)	Caoutchou	
10	01	Poigné de tournage	Ft.G.515	
9	01	Rondelle anti-pression		φ (25-18)
8	01	Ecrou de fixation du volant		M16x200
7	01	Volant d'entrainement	Ft.G. 515	
6	01	Couvercle de la coté en-amont	XC 32 φ 80	
5	01	Joint d'étanchéité 2	Caoutchou	
4	01	Carcassé pour vis sans fin	XC 32 φ 50	
3	01	Joint d'étanchéité	Caoutchou	
2	01	Couvercle de la coté en-avale	XC32	
1	01	Vis sans fin	XC38 φ50-600	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation
<b>SOUS ENSEMBLE DU CORPS ET DU VIS SANS FIN</b> Tableau:15			Echelle:1	Nb:01
			Rakotondrazafy Francky	
			Mars 2004	PL:12