

Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de la

Licence Sciences et Techniques

Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Titre

**CONCEPTION D'UN TOUR DE
CHARIOTAGE AMOVIBLE**

Lieu : **OCP KHOURIBGA**

Bureau D'ordonnancement et Préparation

Présenté par :

KHALDOUNI AYOUB & KASSINO LOUBNA

Encadré par :

- **Pr. O.BOURIHANE** **FSTF**
- **Mr .A.STOUR** **OCPK**

Soutenu le **07/06/2018** devant le jury :

- **Pr. O.BOURIHA NE**
 - **Pr. A.ABOUTAJEDDINE**
-

Remerciement

Avant de commencer la présentation de notre rapport de stage, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à :

- *Nos professeurs de la faculté des sciences et techniques de Fès pour leurs efforts qu'ils ont fournis pour nous donner une meilleure formation.*
- *A notre encadrant **Pr.O.BOURIHANE** pour ses conseils, et son orientation, qui nous a donné l'esprit et le courage à réaliser ce modeste projet.*
- *Pour tous ceux qui travaillent au sein de l'office chérifien des phosphates OCP qu'ils acceptent nos remerciements.*
- *Nous remercions en particulier **M.TERRAB** Le président directeur générale d'OCPK.*
- *Par ailleurs, Nous remercions **Mr. STOUR ABDENABI**, notre encadrant au sein d'OCP, pour sa riche contribution qui nous a permis de mener à bien ce stage.*
- *Aussi, à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation dans des meilleurs conditions, ce stage.*



A NOTRE CHER PARENTS:

Pour leurs encouragements, conseils, aides, les mots nous manquent pour exprimer toute la reconnaissance, la fierté et le profond amour, que Dieu leurs préservent bonne santé et longue vie. Tous nos sentiments de reconnaissance pour vous.

SOMMAIRE

- **Remerciement**
- **Dédicace**
- **Introduction**

CHAPITRE I : Présentation de l'OCP et du service MOYENS GENERAUX

1) Présentation du groupe OCP

- ✓ Fiche technique..... 7
- ✓ Historique du groupe OCP..... 8
- ✓ Produits commercialisés par L'OCP 9
- ✓ Organigramme 11
- ✓ Mission du groupe OCP..... 11

2) Présentation du service MOYENS GENERAUX et ATELIERS CENTRAUX:

- ✓ La mission du service ateliers centraux..... 13
- ✓ Direction Maintenance Centralisée et moyens
généraux..... 14
- ✓ BUREAU D'ordonnancement ET Préparation (BOP)
..... 15

CHAPITRE II : Conception d'un tour portatif

1) Présentation de sujet:

✓ Problématique	15
✓ Analyse fonctionnelle	19
✓ Solutions Proposées et solution définitive	20
✓ Dessin D'ensemble et schéma cinématique	21
✓ Dessin sur logiciel CATIA V5	29

2) Etude Théorique :

✓ Les caractéristiques de coupe	31
✓ Etude des résistances des matériaux	35
✓ Analyse du système de rotation	39
✓ Analyse du Système de translation	41
✓ Conclusion	42

- **Conclusion générale**

INTRODUCTION

Pour établir un lien adéquat entre les études théoriques et l'environnement industriel, le stage de fin d'étude est une meilleure occasion à la fin de notre formation de Licence en sciences et techniques. En effet, notre stage au sein de l'office chérifien de phosphate de KHOURIBGA, a pour objectif d'améliorer nos connaissances théoriques et de les développer grâce aux nouvelles compétences acquises pendant ce stage. Dans cette optique, notre travail s'est déroulé au sein des Ateliers Centraux et Moyens Généraux d'OCPK qui s'occupent de la confection et la réparation des sous-ensembles des machines utilisées dans les chantiers en exploitant les différentes technologies de fabrication mécanique.

La thématique principale de ce projet est l'usinage par chariotage. L'usinage étant une famille de techniques de fabrication de pièces par enlèvement de matière. Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière de façon à donner à la pièce brute la forme et les dimensions convenables. Le chariotage est une technique très utilisée dans le domaine d'usinage des pièces cylindriques. Il est un procédé de fabrication mécanique, basé sur le principe de tournage, qui permet de diminuer le diamètre d'une pièce à l'aide d'un outil à une seule arête tranchante. La pièce a usiné assure le mouvement de coupe avec une vitesse de coupe donnée et l'outil assure le mouvement d'avance avec une vitesse d'avance donnée.

Dans le domaine de tournage mécanique, la plupart des machines de tournage sont fixes et lourdes, ce qui nécessite le déplacement des pièces à charioter. Alors, le chariotage des pièces lourdes ou indémontables pose un problème intéressant pour notre société d'accueil.

Le but principale de notre stage est de trouver une solution, robuste, économique et réalisable, afin d'effectuer les opérations de chariotage des pièces lourdes ou indémontables sans avoir recourt à se déplacer vers l'atelier d'usinage. A cet effet, plusieurs solutions ont été proposées, mais la solution la plus convenable était la conception d'un tour de chariotage amovible.

Afin de réussir ce projet, la conception et le dimensionnement du tour de chariotage ont passés par plusieurs étapes :

- ✓ **Dessin d'ensemble**
- ✓ **Schéma cinématique**
- ✓ **Modèle CAO**
- ✓ **Etude dynamique**
- ✓ **Etude RDM**
- ✓ **Analyse des systèmes de rotation et de translation**

CHPITRE I :

PRESENTATION DE L'OFFICE CHERIFIEN DES PHOSPHATES ET MOYENS GENEREAUX

I-Présentation de l'OCP :

1. Fiche technique:

- Le groupe OCP (Office chérifien des phosphates), fondé le 7 aout 1920, au MAROC, et transformé en 2008 en S.A (OCP ANONYME), est l'un des principaux exportateurs de phosphate brut, d'acide phosphorique...dans le monde.
- Le groupe OCP a commencé son activité d'extraction et de traitement d'expédition du phosphate le 1^{er} mars 1921, à BOUJNIBA, dans la zone de KHOURIBGA. Par la suite, OCP va exploiter 3 autres sites miniers savoir BENGUERIR, BOUCRAA-LAAYOUNE, et YOUSOUFIA.
- Le groupe OCP a une expérience de plus de 90 ans dans les mines et comporte plus que quatre centres d'exploitation minière, deux plateformes chimiques, lui procurant 45 ans d'expérience dans la chimie. Il compte sur quatre ports pour l'exportation de ses produits. Sans oublier les centres de recherche et d'ingénierie qui y sont instaurés.
- En effet, l'OCP joue un rôle déterminant dans le développement économique et social du pays. Il a pour mission de maximiser la contribution globale des ressources phosphatées au développement national dans le respect de ses responsabilités sociétales et environnementales.

2. Historique d'OCPk :

1920	Création, le 7 août, de l'Office Chérifien des Phosphates (<i>OCP</i>)
1921	Début de l'exploitation minière (Khouribga)
1921	Première exportation de phosphate (Casablanca)
1965	Début des opérations chimiques (Safi)
1975	Création du Groupe OCP
1998	Début de la production d'acide phosphorique purifié (JorfLasfar)
2008	Le Groupe OCP devient OCP S.A

Figure 1 : Historique d'OCP

3. La commercialisation :

- Les produits commercialisés :
 - Phosphate
 - Acide phosphorique marchand (H₃PO₄)
 - Acide phosphorique purifié (APP)
 - Di-Ammonium phosphate (DAP)
 - Trip le Super Phosphate (TSP)
 - Mono-Ammonium Phosphate (MAP)

- Quelques données financières :

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
CA (mil.DH)	25.3	43.5	56.4	59.4	46.2	41.4
Résultat net (mil.Dh)	1.3	8.8	16.3	14.1	7.1	7.6

Figure 2 : Chiffre d'affaire d'OCP

4. Organigramme :

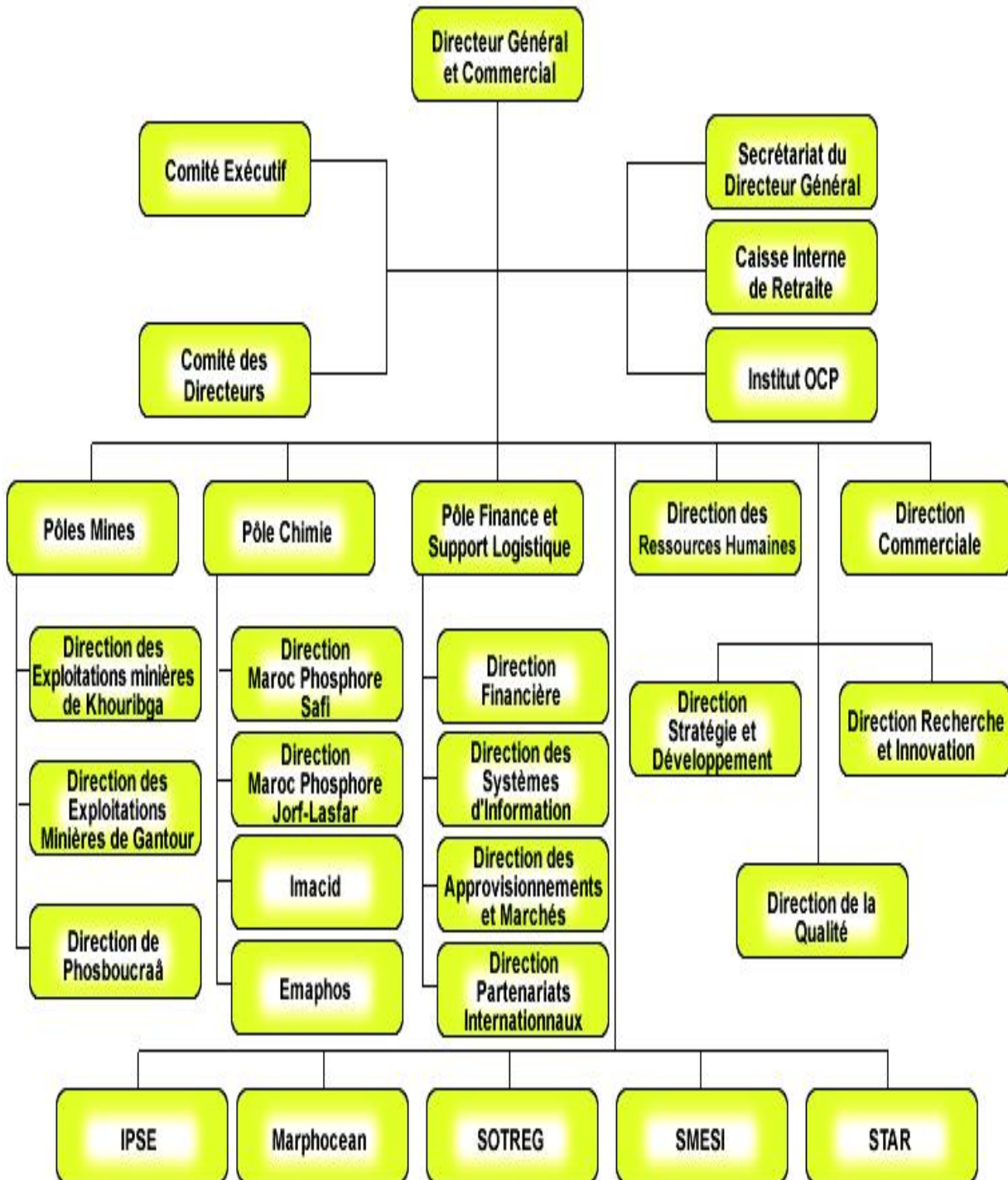


Figure 3 : Organigramme générale d'OCP

- **Les filiales du groupe OCP:**

- ❖ IPSE: Institut de Promotion Socio-éducative, elle dispense un enseignement fondamental de qualité pour les fils des agents du Groupe.
- ❖ MARPHOCEAN: Société de Transport Maritime des Produits Chimiques.
- ❖ SOTREG: Société des Transports Régionaux, elle permet d'assurer le transport des agents OCP qui travaillent à l'extérieur de la ville.
- ❖ SMESI: Société Marocaine d'Etude Spéciales et Industrielle (assurer des études industrielles objectives et pratiques pour le compte de OCP).

5 .Mission d'OCPK :

- i. **EXTRACTION**: extraire le phosphate brut, des différentes zones minières où il se trouve soit en découverte ou souterrain. Elle consiste à enlever le phosphate de la terre, et cela s'établit en quatre opérations: forage, sautage, décapage, défruitage.
- ii. **TRAITEMENT**: C'est une opération qui doit s'effectuer après l'extraction, afin que le phosphate devient plus riche et donc plus sollicité pour sa qualité.
- iii. **TRANSPORT**: Une fois le phosphate extrait puis traité, il est transporté vers les ports (Casablanca, Safi, Jadida...) pour son exportation vers l'étranger aux différents pays du monde.
- iv. **VENTE**: Soit livraison du phosphate brut, ou la vente sous formes d'acides phosphoriques.

II .Présentation du service moyen général :

1. La mission du service ateliers centraux :

Les ateliers centraux de l'OCPK sont des ateliers de prestation qui répondent aux besoins de toutes les entités de groupe en matière de réparation et de confection des pièces mécaniques(tubes, arbres...) pour assurer la maintenance des équipements et de matériel de groupe.

Les ateliers centraux sont dotés du moyen matériel très important, ce qui pousse les responsables à améliorer leurs productivités afin de répondre au besoin des clients ainsi le respect de la qualité, les coûts et le délai de réalisation des travaux de confection.

2. Les différentes sections des ateliers centraux:

* L'atelier d'ajustage :

C'est la section qui exécute les travaux d'ajustage tel que :

- **Maintenance** des machines et équipements propres au service.
- **Maintenance** des machines et équipements à l'extérieur des services hôpitaux, garage et station-service et distribution du carburant.
- **Expertise du matériel** en vue de sa réforme à l'atelier et à l'extérieure.

* L'atelier de chaudronnerie et soudure :

La section chaudronnerie est un atelier de prestation qui s'occupe de la confection et la réparation des pièces de sous-ensembles des différentes machines et installations du groupe OCP, tels que les ouvrages métalliques, les pièces mécaniques et celles de chaudronnerie. Tous ces travaux se font par l'opération suivante telle que le traçage, le découpage, le pliage, le cintrage et l'assemblage par soudure.

* L'atelier de menuiserie : Il s'occupe à la fabrication de toutes pièces en bois au sein des ateliers centraux.

* L'atelier de peinture : Il s'occupe de toutes sortes de peinture.

* **Garage et station-service** : Il s'occupe de la gestion des véhicules de la zone de Khouribga, ainsi que la location de ces véhicules pour le transport des ouvriers, malade, matériel et toute mission en zone et hors zone.

3. Direction Maintenance Centralisée et moyens généraux:



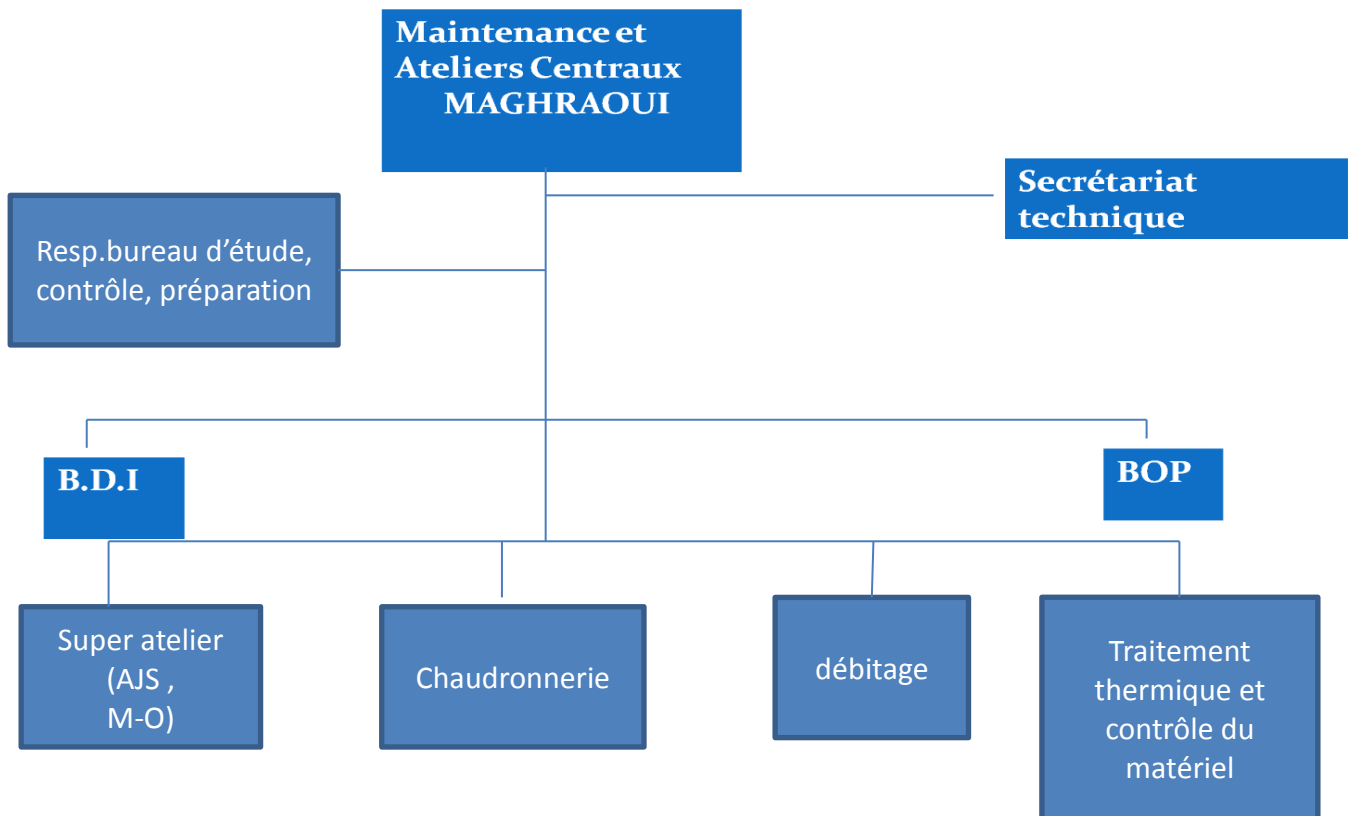


Figure 4 : Organigramme des ACX

4. Bureau D'ordonnancement et de préparation (BOP):



BDI: bureau de dessin industriel.

BOP: bureau d'ordonnancement et de Préparation.

- Le BOP (lieu de stage) a pour but de faire des ordonnancements des travaux pour toutes les sections avec la planification suivant un ordre prioritaire et un temps à louer de chaque opération bien déterminée. Aussi, il s'occupe de la réception du matériel des services clients suite à des bons de travaux concernant toutes les opérations demandées en expertisant le matériel avant de le remettre à la GAM pour l'enregistrement.

- En effet le BOP s'occupe d'assurer le déroulement de la réparation de la commande dès son arrivé jusqu'à la livraison aux clients.

CHPITRE II :

CONCEPTION D'UN TOUR DE CHARIOTAGE PORTATIF

I-PRESENTATION :

Dans le cas général, le chariotage est un procédé de fabrication mécanique qui permet de diminuer le diamètre d'une pièce, à l'aide d'un outil à une seule arête tranchante.

La pièce a usiné assure le mouvement de coupe M_c avec une vitesse de coupe V_c , et l'outil assure le mouvement d'avance avec une vitesse d'avance V_f .

Le travail a été effectué entre le BOP et l'atelier ajustage consiste à faire la conception d'un **tour amovible** pour usiner des pièces indémontables ou bien des pièces lourdes qu'on ne peut pas les ramener à l'atelier.

1) analyse fonctionnelle :

Après la fixation de notre besoin et notre contexte, on va déterminer les fonctions principales et les fonctions contraintes pour atteindre notre but, ceci ce fait par plusieurs étapes :

❖ **Bêtes à cornes** : qui représente le besoin du système, en donnant des réponses aux questions suivantes :

a-A qui le système rend service ?

b-sur quoi le système agit ?

c-pour quel but ?

- Bête à cornes:

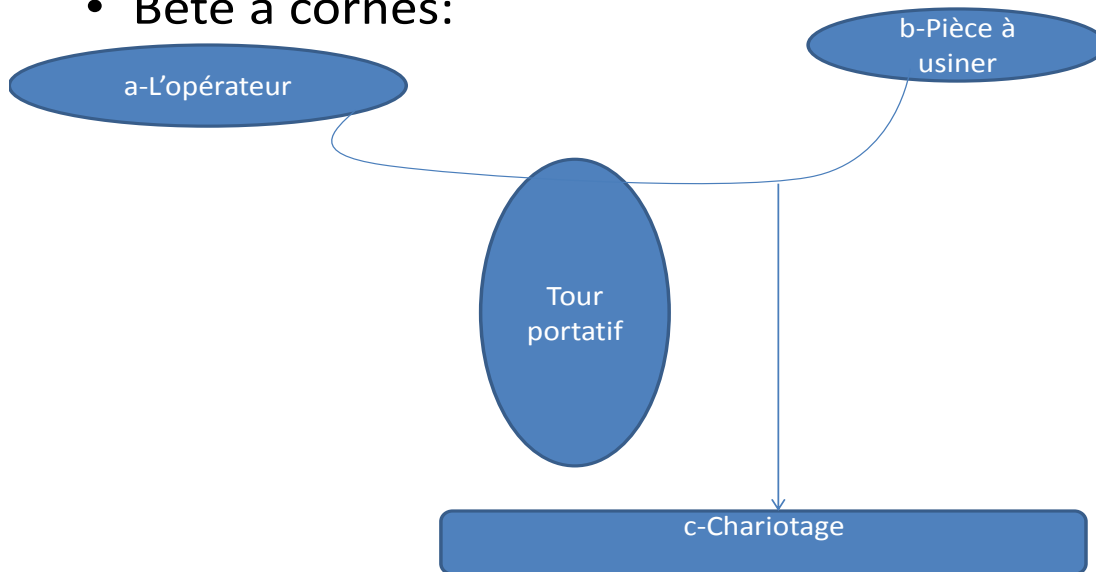


Figure 8 : Bête à cornes

Donc le but c'est d'usiner des pièces (formes cylindriques, arbres...) utilisées dans les traitements des phosphates aux différents chantiers d'OCPK, et pour les travaux qu'on ne peut pas les ramener aux ateliers centraux.

❖ **Diagramme APTE** : qui représente les fonctions contraintes et la fonction principale du tour amovible, il s'agit d'une partie du cahier de charge.

Diagramme APTE(FP-FC):

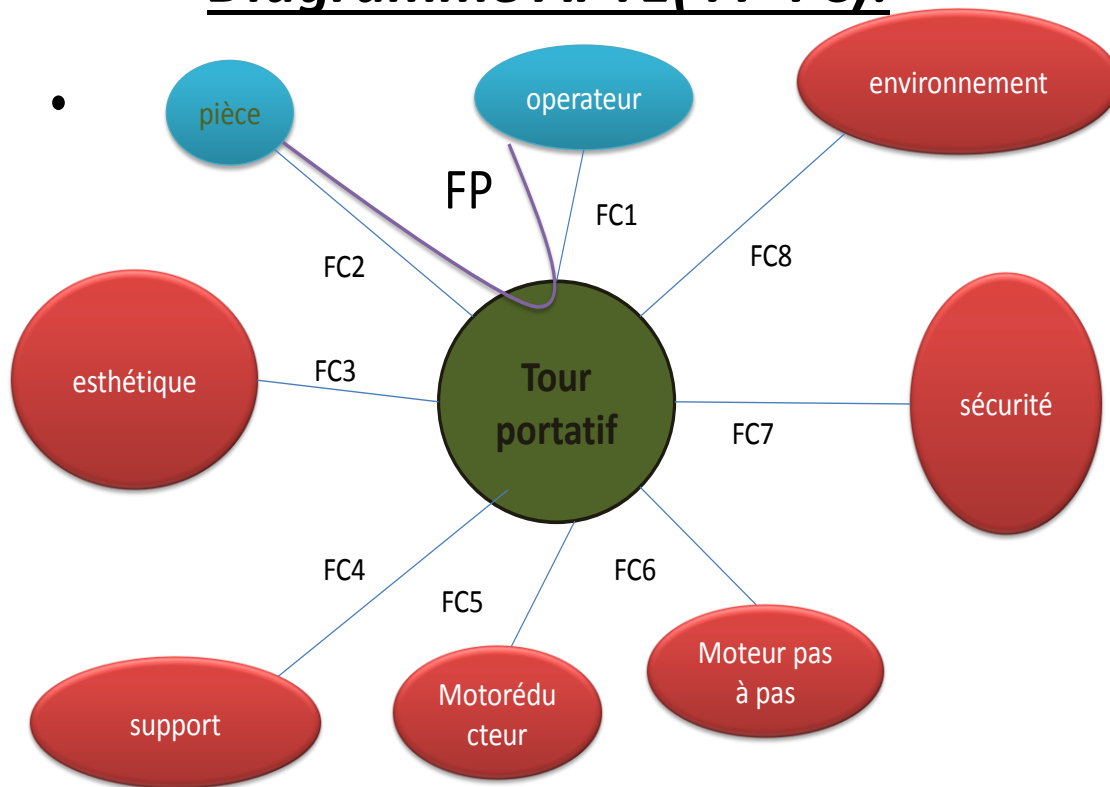


Figure 9 : Diagramme de pieuvre

A partir de diagramme, nous déduisons que la fonction principale est : **le chariotage des pièces cylindriques.**

- les fonctions contraintes :

FC1: Etre manœuvrable par l'opérateur, facile à utiliser

FC2 : Le chariotage doit être sur site, donc le mouvement d'avance, et le mouvement de coupe et la passe sont assurés par le porte-outil .

FC 3: Facile à maintenir (pièces de rechange ISO, Fiabilité, disponibilité.)

FC4: Etre stable

FC5: Assurer le mouvement de rotation.

FC6: Assurer le mouvement de translation.

FC7: Etre bien sécurisé

FC8: Résister aux ambiances agressives d'environnement.

❖ **Diagramme SADT** : permet de répondre aux questions suivantes :

-quoi : chariotage des pièces cylindriques.

-comment : à l'aide d'un tour amovible animé par une énergie électrique, commande, et réglage.

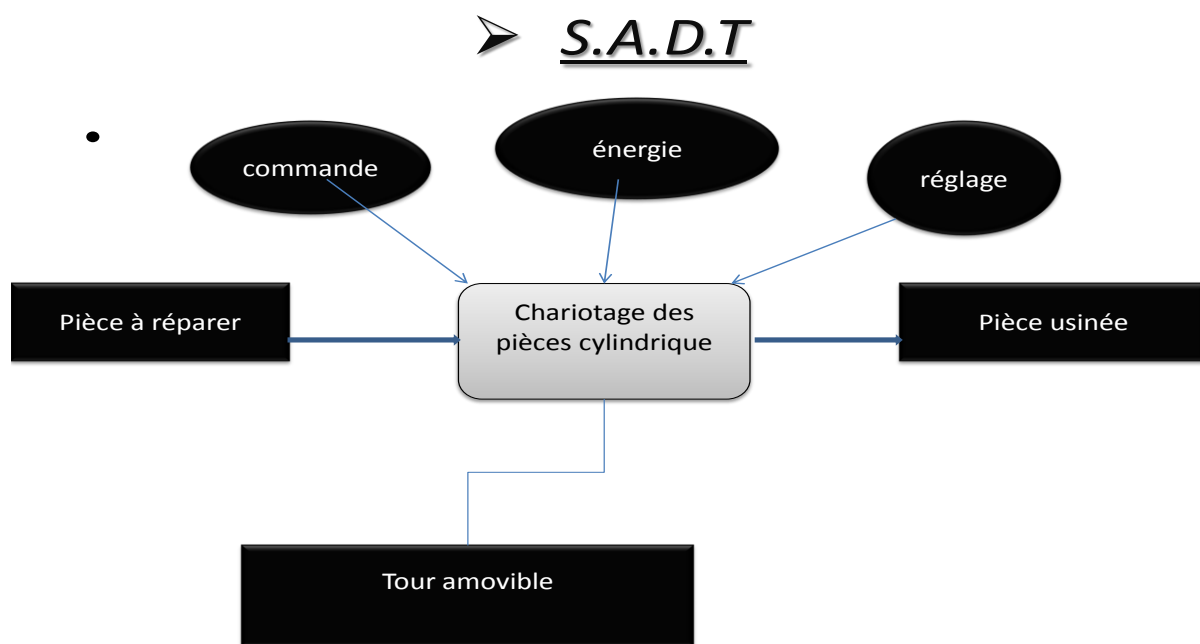


Figure 10 : Diagramme SADT

❖ **Diagramme FAST** : qui représente la fonction principale allant des fonctions de service et passant par les fonctions techniques.

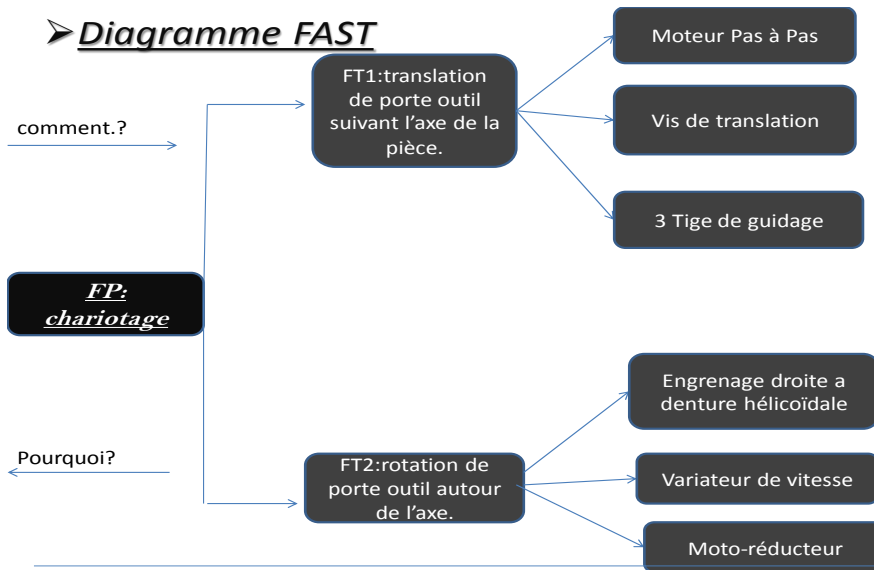


Figure11 :

Diagramme FAST

2) solutions proposées :

Plusieurs solutions ont été proposées pour répondre à ce besoin, mais la plus part de ces solutions ne sont pas applicables à cause des problèmes affrontés.

A titre d'exemple :

i) **L'usinage avec l'extracteur**: dans ce cas-là, il y'a un problème de fléchissement, et la distance est limitée.



Figure 5 : Extracteur

ii) **Des paliers sous forme des rectangles**: problème de la masse > 500kg → un grand fléchissement des tiges.

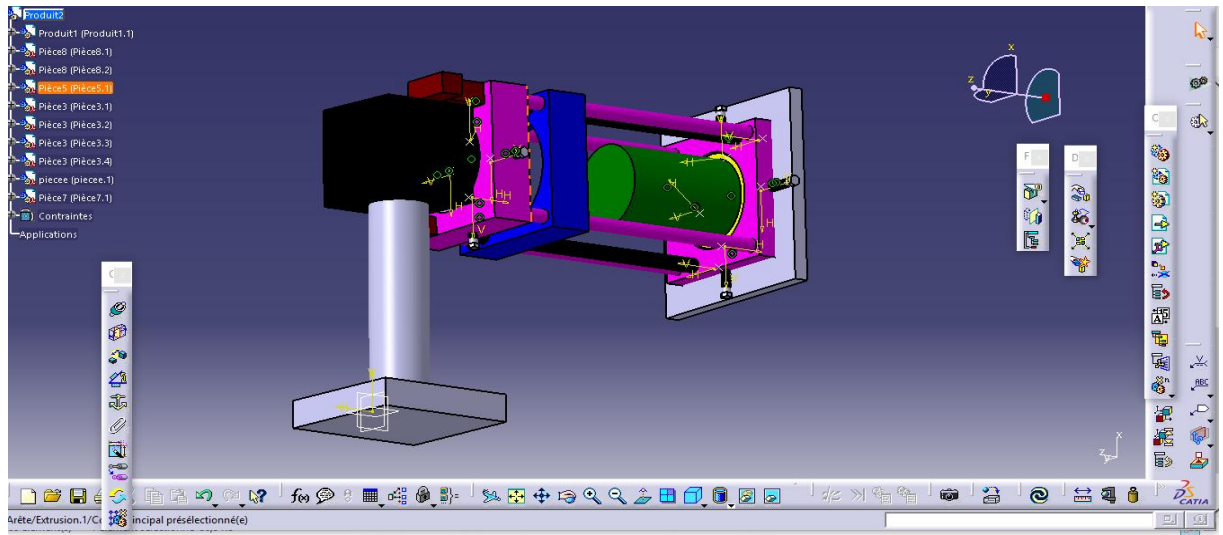


Figure 6 : Tour portatif sous forme de rectangle

3) Solution définitive :

La solution finale qu'on a pris définitivement c'est de réaliser un tour amovible comporte trois palier (se forme de triangle) : deux fixes et un mobile, avec 3 vis de centrage, le palier mobile assure deux mouvements: le 1^{er} est un mouvement de coupe qui consiste à la rotation du porte outil autour de l'axe de la pièce, et le 2^{ème} est un mouvement d'avance qui consiste à la translation du porte outil suivant l'axe, guidé par les trois tiges. Les dimensions sont prises d'une manière acceptable afin de faciliter la conception du système.

4) schéma cinématique et dessin d'ensemble :

Afin de savoir le fonctionnement du système et différentes liaisons entre ses sous-ensembles, on représente le schéma cinématique et le dessin suivants :

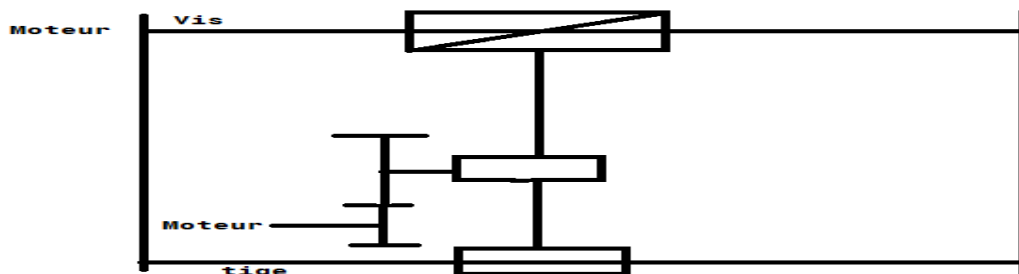


Figure 7.1 : Schéma cinématique du tour

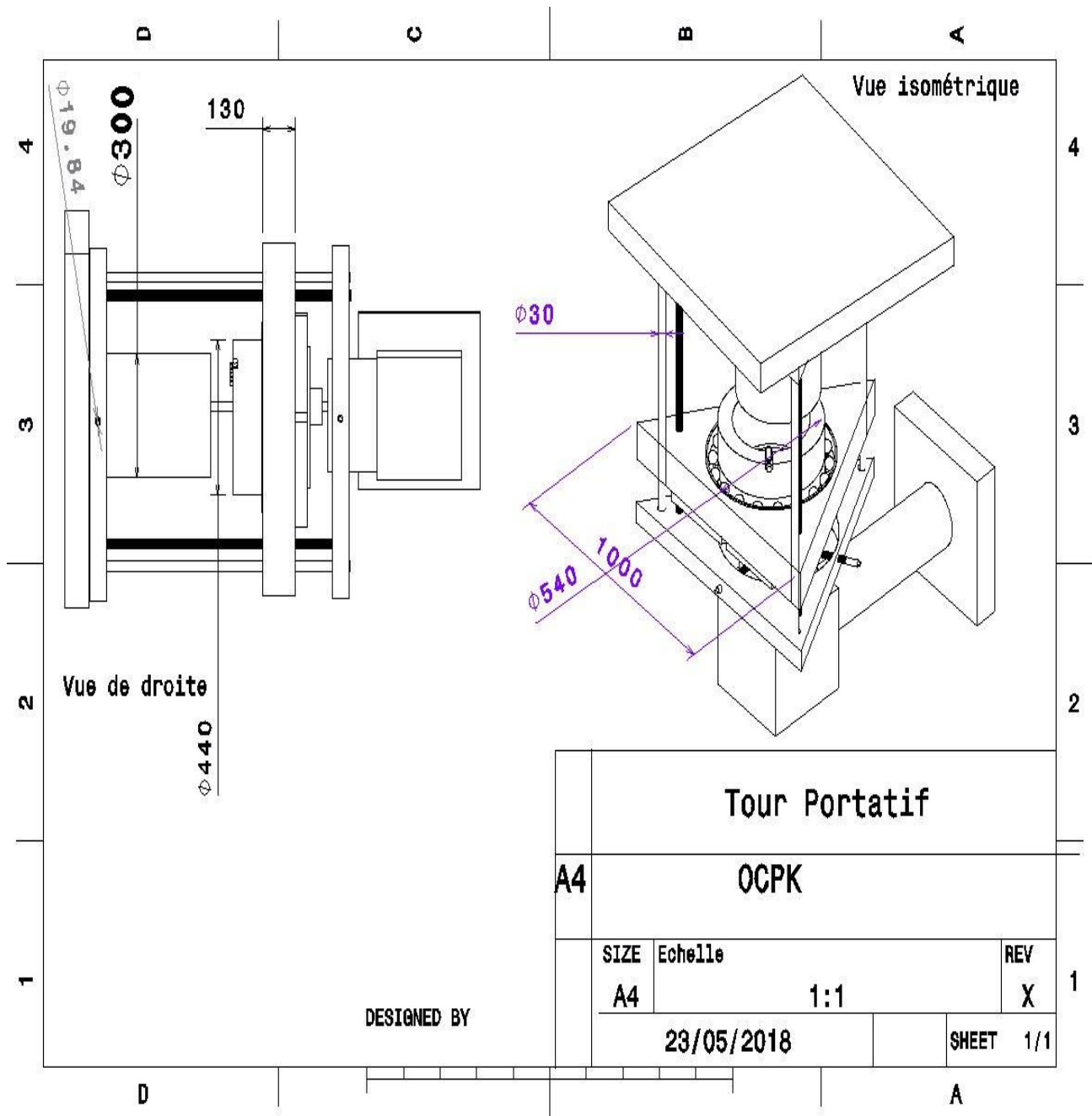
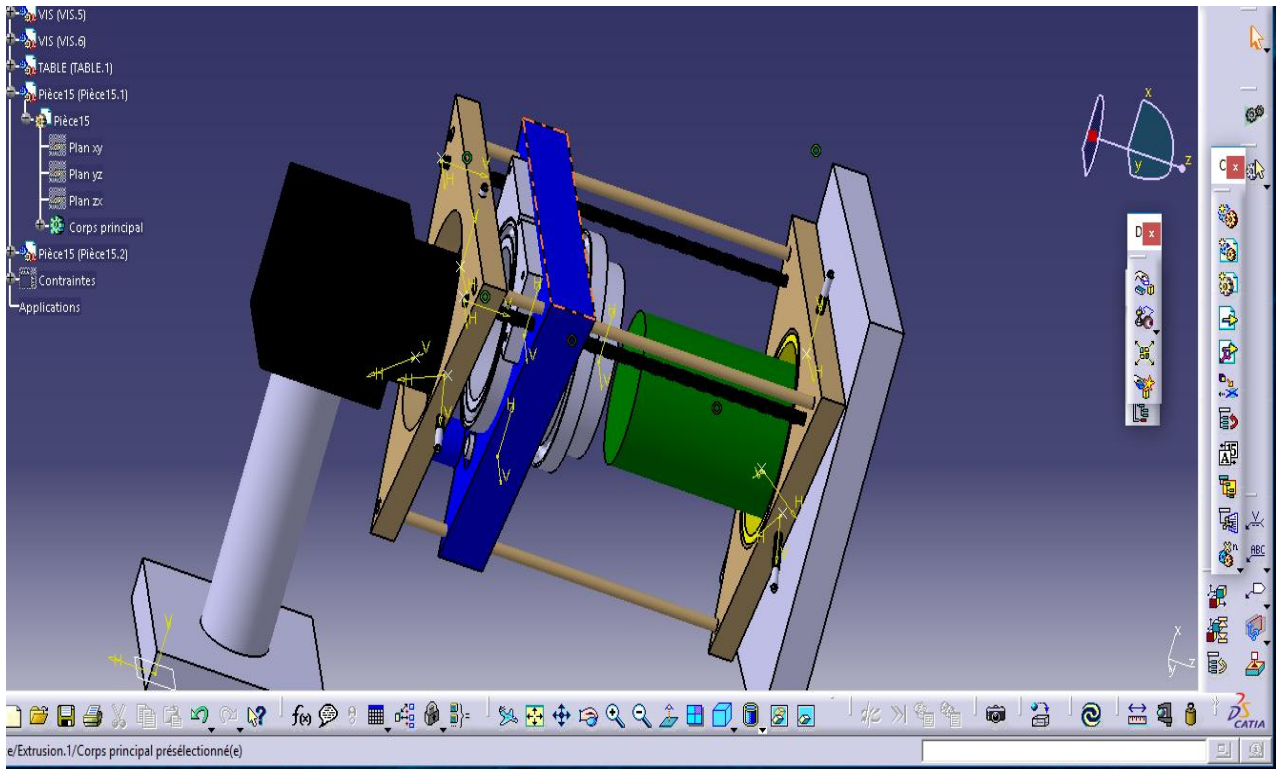


Figure 7.2: Dessin d'ensemble du système

5) Dessin CATIA V5 :

Pour comprendre le fonctionnement et les différentes composantes de notre tour amovible, on a essayé de dessiner ce système sur le logiciel CATIA V5 :



- Figure 12 : Dessin du système

- Présentation de palier mobile :

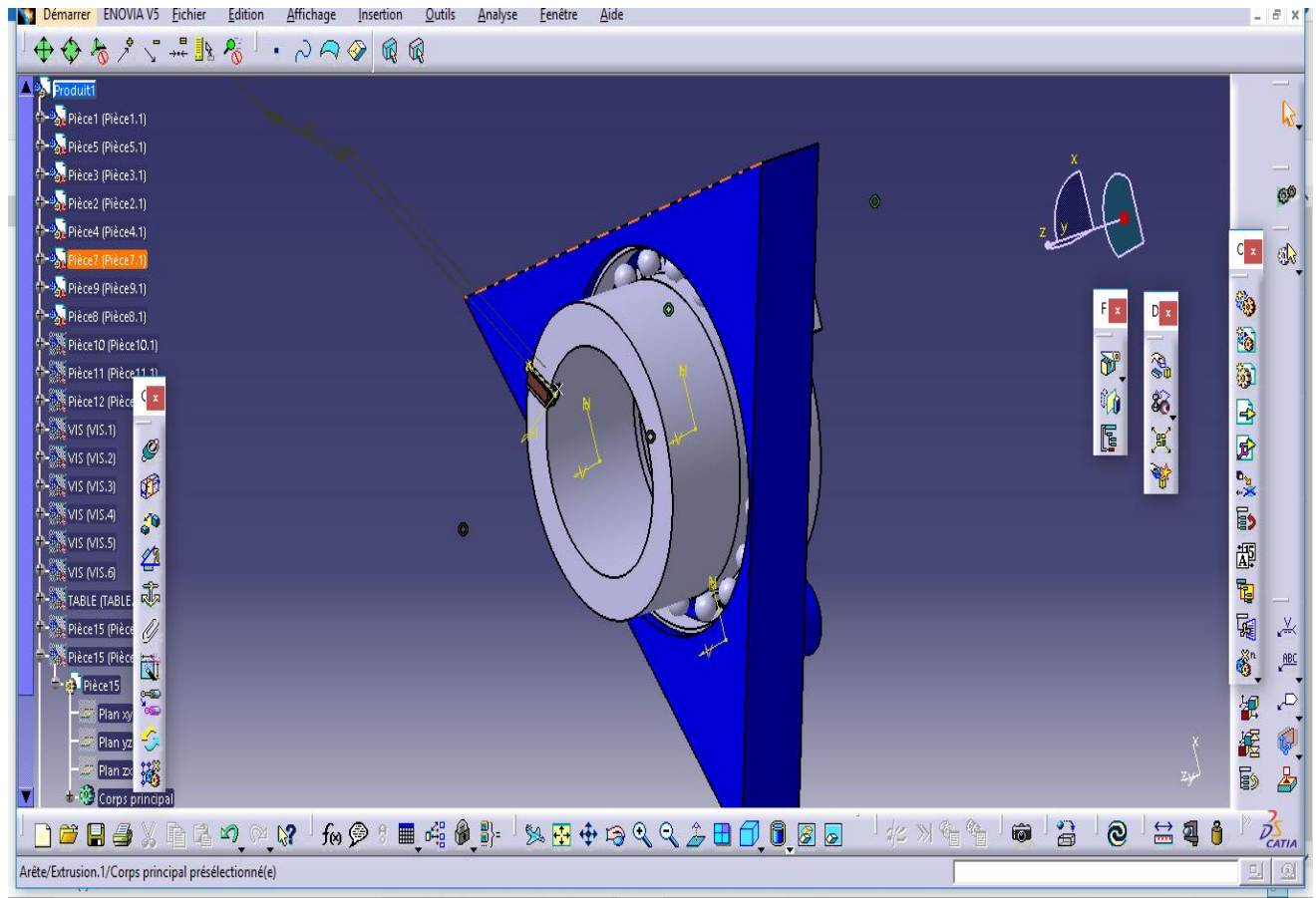


Figure 13 : Palier mobile

- Moteur pas à pas + vis de translation :

Pour le déplacement du palier mobile, on a choisi un moteur pas à pas car il est réglable par rapport aux nombres de pas par tour, ce dernier est lié à une vis de longueur 1000mm et diamètre 30 avec un pas=3.5mm.

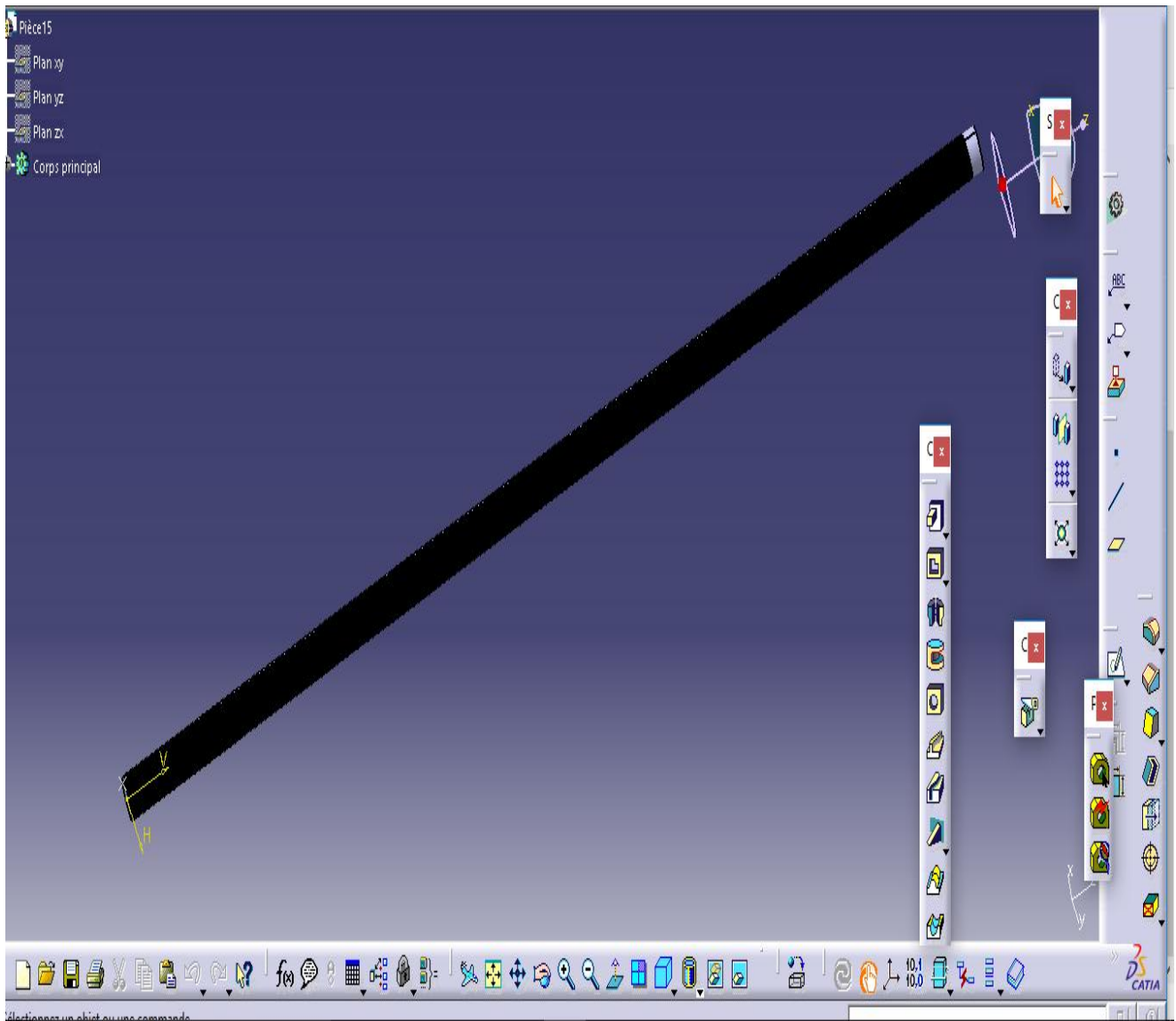


Figure 14 : Vis-mère

- Roulement à billes :

Pour guider la rotation du porte outil et de l'arbre moteur, on a choisi un roulement à billes, car ce type de roulement supporte, outre que des charges radiales, des charges axiales dans les deux sens. Concernant le montage, et en fonction de la charge radial, on a choisi un ajustement serré pour la bague extérieure du roulement (g6-P7), et ajustement serré pour la bague intérieure (h6-H7).

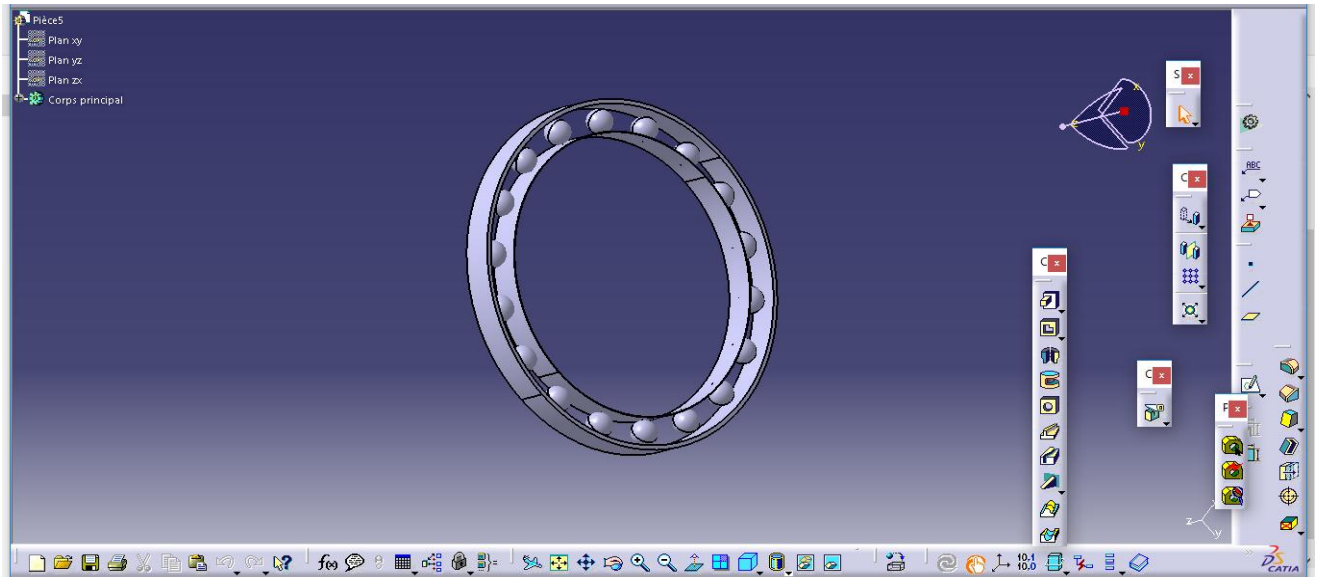


Figure 15 : Roulement à billes

- Arbre moteur :

Afin de faire une liaison entre le moteur-réducteur et le système d'engrenage, on a choisi un arbre clavetté à l'extrémité de longueur=110mm et de diamètre=54mm. pour le calcul de diamètre on a utilisé la relation $J=m*r^2/2$ avec J le moment d'inertie de Motoréducteur.

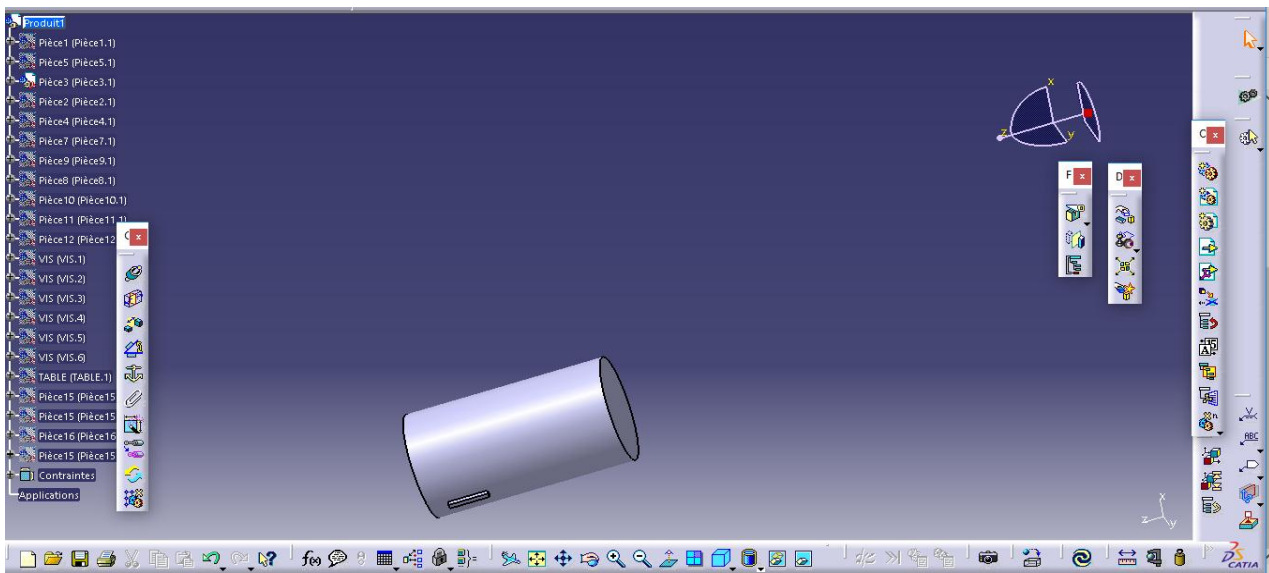


Figure 16 : Arbre moteur

- Système d'engrenage à dentures hélicoïdales :

Afin d'assurer la rotation du porte outil, on a choisi un système d'engrenage à denture hélicoïdale, car ce type d'engrenage transmet des efforts et des vitesses plus importants. Pour le montage, on a pris un pignon-cannelure avec l'arbre moteur clavetté (ajustement serrage).

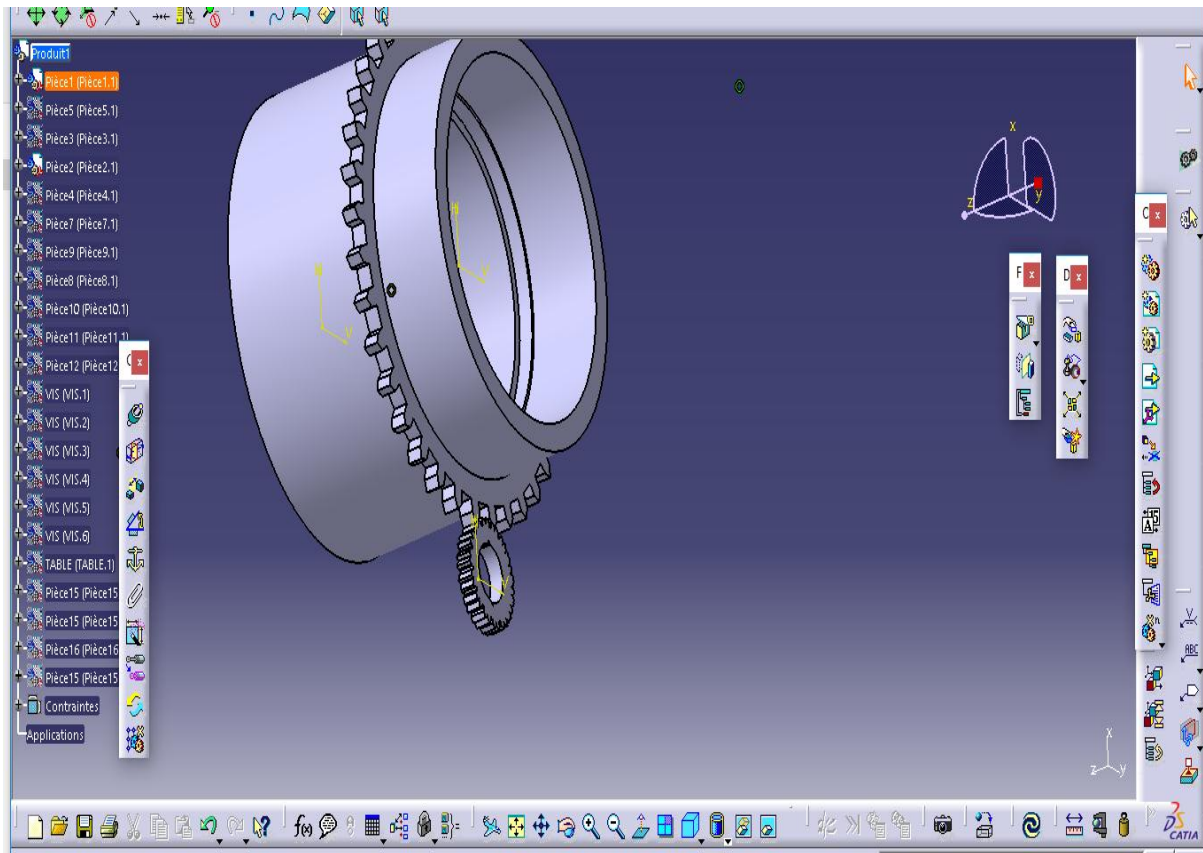


Figure 17 : Système d'engrenage

- La bague de fixation :

Afin de faire la fixation du palier et le chariotage des extrémités de la pièce on a pensé à souder une bague avec le mécanisme, cette dernière à pour diamètre=480mm avec longueur de 70mm.

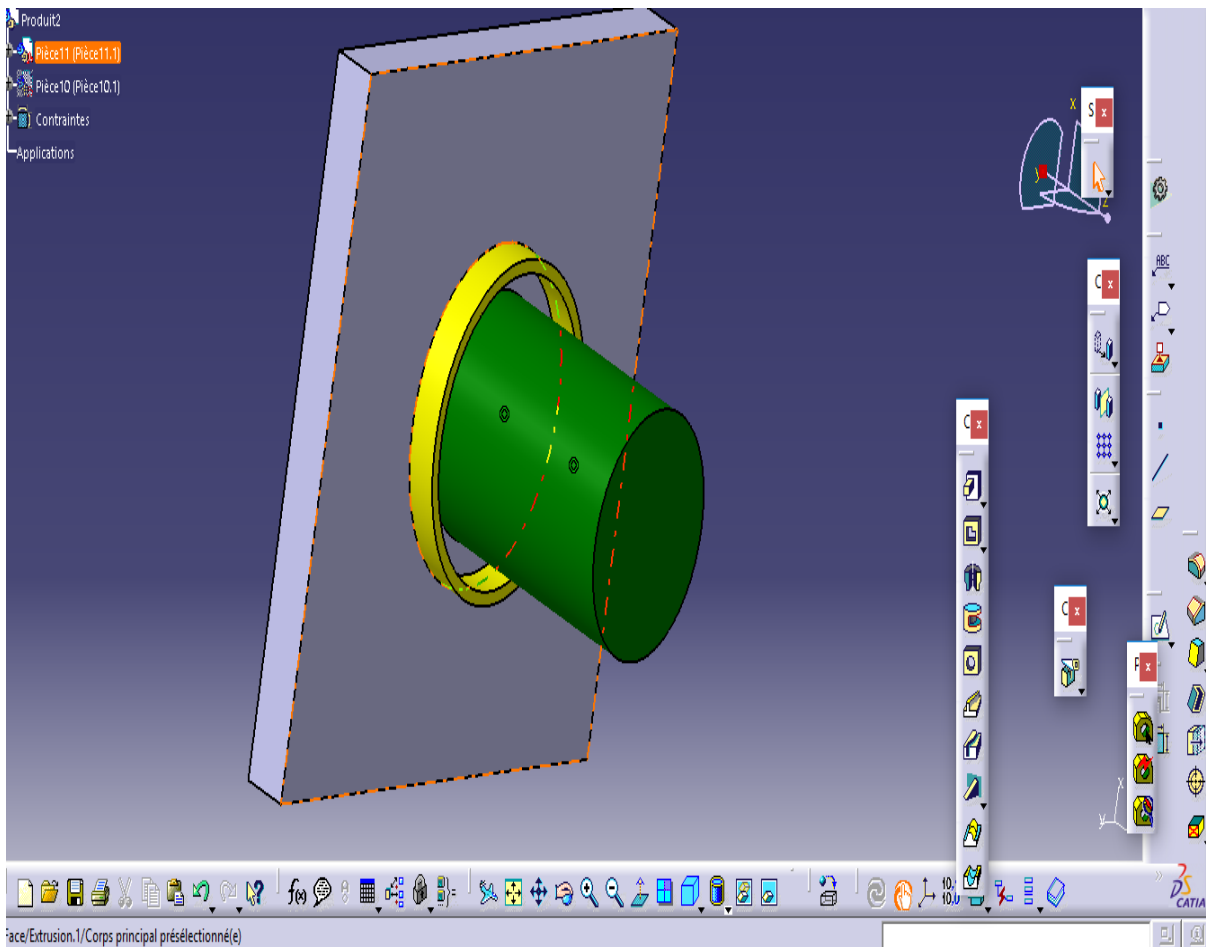


Figure 18 : La bague de fixation

- Le porte outil :

Pour le déplacement de l'outil en fonction de diamètre de la pièce, on a choisi le même mécanisme de déplacement des mors de serrage dans un tour, avec une vis mère de diamètre=20mm, $p=2\text{mm/tr}$, et le porte outil se déplace dans la rainure à l'aide d'un demi-écrou fileté jusqu'à la position voulue.

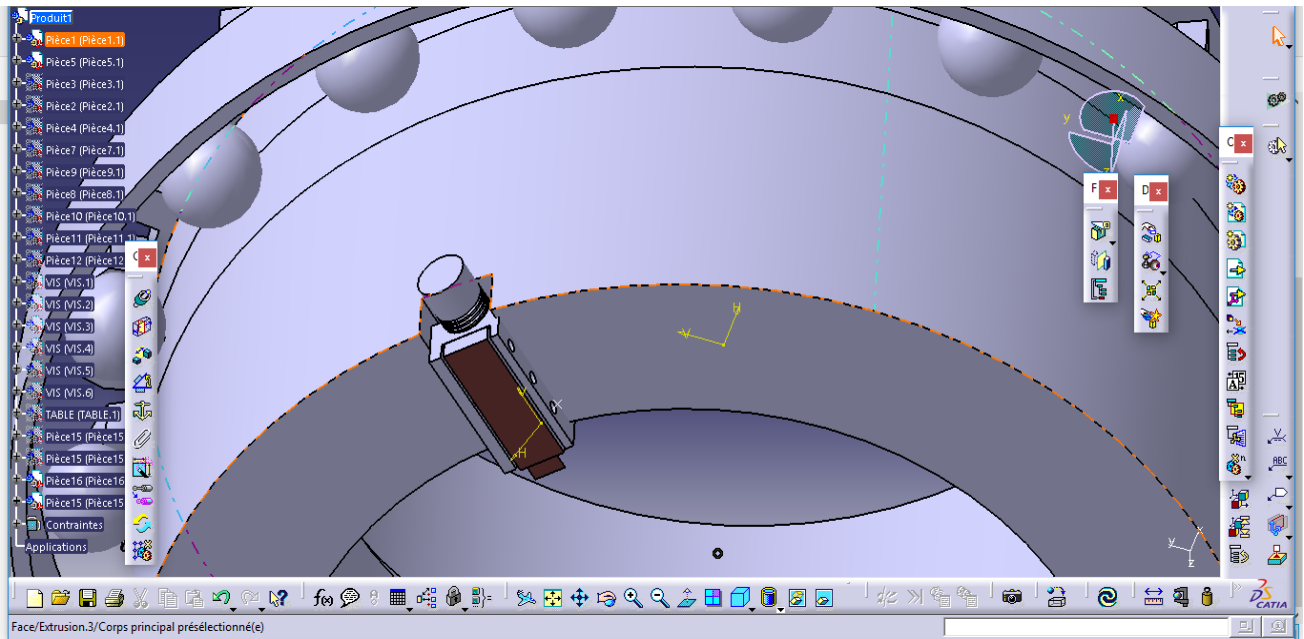


Figure 19 : Porte outil

- Table de fixation :

Pour garder la stabilité de notre système, et pour éviter tout problème à l'usage, on a pensé à faire une table pour élever le tour, ce dernier est fixé avec 3 vis sur la table.

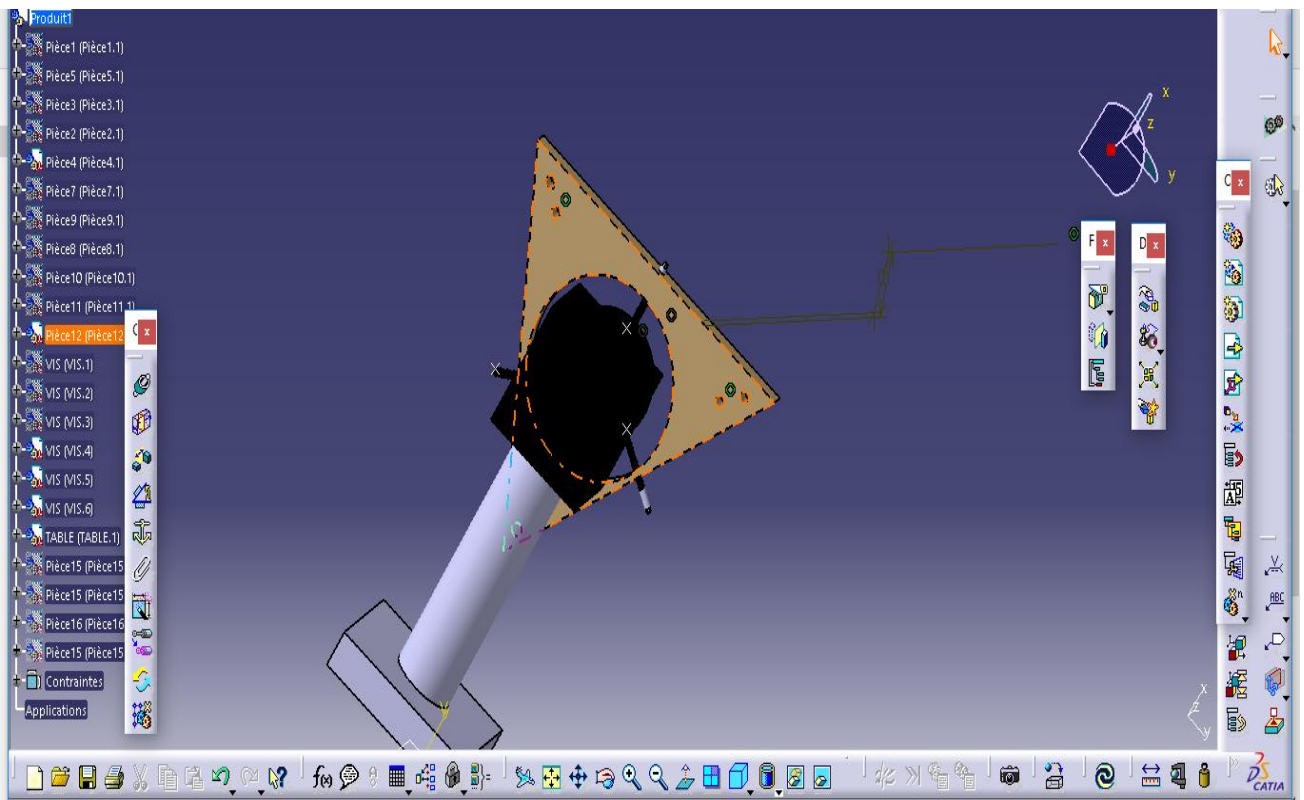


Figure 20 : Table de fixation

- Palier de fixation :

Afin de guider la roue en rotation, et diminuer l'effet de vibration, on a choisi un palier avec alésage de diamètre 470mm, et de masse=25Kg, qui contient un roulement (ajustement serré) de diamètre intérieur=400mm et de diamètre extérieur=470mm (normalisée).

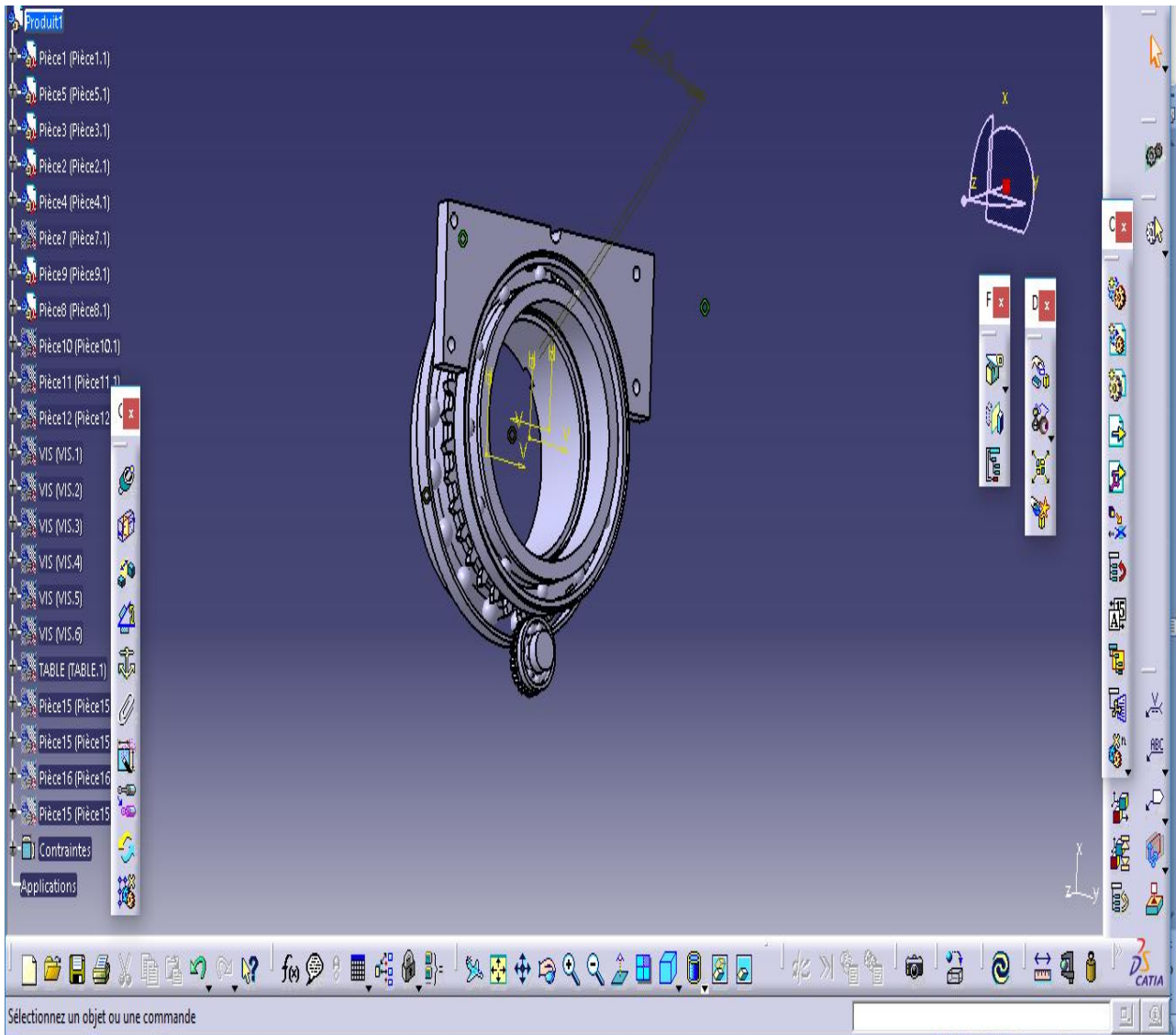


Figure 21 : Palier

II) ETUDE THEORIQUE :

A. Les caractéristiques de coupe:

Afin de déterminer les différentes caractéristiques des moteurs utilisés pour la rotation et la translation du système, on commencera par la détermination de la puissance de coupe en appliquant la formule suivante : $P=F*V$; à partir des caractéristiques d'usinage (tournage) :

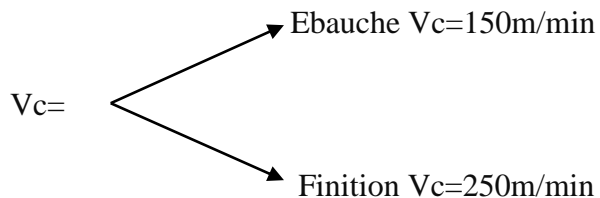
❖ $F=a*f*Kc$: force de coupe.

❖ $N=\frac{1000*Vc}{\pi*D}$: nombre de rotation.

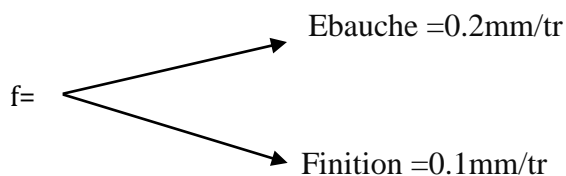
Le bureau d'ordonnement et préparation nous a donné ces conditions à respecter, concernant les dimensions de la pièce à usinée : **250<diamètre<300, de longueur=500mm**, ainsi que le matériau à usiné est l'**acier** avec une matière de rechargement par soudure de nuance **S235**.

Pour assurer les deux types d'usinages : Ebauche, Finition, on a trouvé des valeurs suivantes qui sont normalisées en fonction du matériau usiné (**acier de construction S235**) :

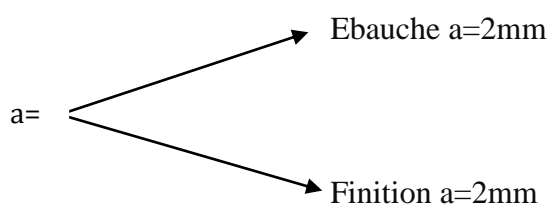
-Les vitesses de coupe:



-l'avance f:



-Profondeur de passe :



1) Calcul des forces de coupe:

$$\text{Ebauche : } F_c = a \cdot f \cdot K_c = 2 \cdot 0,2 \cdot 2600 = 1040 \text{ N}$$

$$\text{Finition : } F_c = a \cdot f \cdot K_c = 2 \cdot 0,1 \cdot 3600 = 720 \text{ N}$$

$$\text{Ebauche : } F_{tc} = \frac{2}{5} \cdot F_c = 416 \text{ N}$$

$$\text{Finition : } F_{tc} = \frac{2}{5} \cdot F_c = 288 \text{ N}$$

En fonction de profondeur de passe et matériau usiné on trouve les valeurs de coefficient spécifique de coupe K_c (daN/mm²) à partir du tableau suivant :

COEFFICIENTS SPÉCIFIQUES DE COUPE

MATÉRIAU USINÉ		Coefficient spécifique de coupe K_c (daN/mm ²)			
		Avance (mm) →			
		0,1	0,2	0,4	0,8
Aciers d'usage général	S 185 – S 275	360	260	190	140
	S 355	400	290	210	150
	E 330	420	400	220	160
	E 360	440	315	230	165
Aciers alliés	Acier au manganèse	470	340	240	180
	Acier au nickel-chrome	500	360	260	180
	Acier au chrome-molybdène	530	380	270	200
	Acier inoxydable	520	370	270	190
Aciers non alliés	C 40	320	230	170	125
	C 50	360	260	190	140
	C 60	390	290	210	150
Fontes	FGL 150	190	140	100	70
	FGL 250	290	210	150	110
	Fonte alliée	320	230	170	120
	Fonte malléable	240	170	120	90
Alliages de cuivre	Laiton	160	110	90	60
	Bronze	340	240	180	130
Alliages d'aluminium	Rr<19	110	80	60	40
	19<Rr<27	140	100	70	50
	27<Rr<37	170	120	80	60

2) Calcul des puissances de coupe:

On sait que:

$$P_c = \frac{F_c \times V_c}{60}$$

A.N :

$$P_c = \begin{cases} \text{Ebauche : } P_c = \frac{1040 \times 150}{60} = 2.6 \text{ kW} \\ \text{Finition : } P_c = \frac{720 \times 250}{60} = 3 \text{ kW} \end{cases}$$

3) Calcul des vitesses de rotation:

Pour déterminer la vitesse de rotation de notre système d'engrenage qui fait tourner l'outil autour de l'axe de la pièce, on calcul d'abord la vitesse de rotation de porte outil afin de charioter la pièce :

$$\text{On sait que : } N = \frac{1000 \times V_c}{D \times \pi}$$

Avec D le diamètre maximal de la pièce.

A.N:

$$N = \begin{cases} \text{Ebauche : } N = \frac{1000 \times 150}{\pi \times 300} = 160 \text{ tr/min} \\ \text{Finition : } N = \frac{1000 \times 250}{\pi \times 300} = 266 \text{ tr/min} \end{cases}$$

4) Calcul des vitesses d'avance:

Afin de trouver la vitesse de translation du palier mobile, qui égale à la vitesse d'avance d'outil on applique la relation suivante :

$$V_f = f \times N \text{ (mm/min).}$$

A.N :

$$V_f = \begin{cases} \text{Ebauche : } V_f = 160 \times 0.2 = 32 \text{ mm/min.} \\ \text{Finition : } V_f = 266 \times 0.1 = 26.6 \text{ mm/min} \end{cases}$$

B. Calcul de RDM :

a) Calcul de la masse de palier mobile:

Le palier mobile est en acier (masse volumique = 7500 kg/m^3 , $E = 210 \text{ GPa}$), assure un mouvement de translation suivant l'axe de la pièce entre les deux paliers fixes avec $L = 1000 \text{ mm}$,

dans ce palier on trouve un système d'engrenage droite à denture hélicoïdale afin d'assurer la rotation de la pièce autour de l'axe de la pièce.

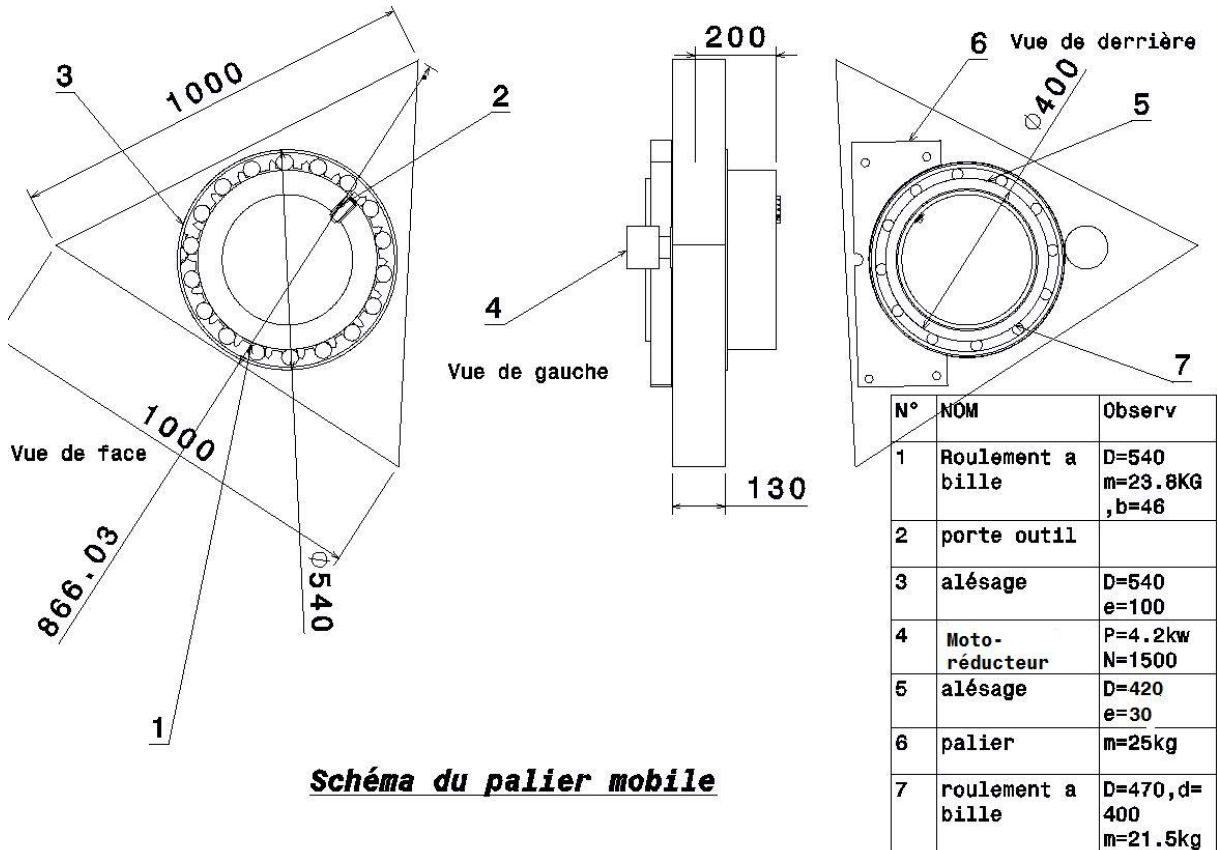


Schéma du palier mobile

Figure 22 : Les vues du Palier mobile

Alors pour calculer la masse du palier, il faut juste appliquer la relation:

$$\rho = m/v ; \text{ avec } \rho = 7500 \text{kg/m}^3$$

$$v = \text{volume de palier(m)}^3$$

$$m = \text{masse de palier(kg)}.$$

b) calcul du volume :

$$\text{On a : } V_{\text{palier}} = V_{\text{total}} - V_{\text{alésage 1}} - V_{\text{alésage 2}} - V_{\text{alésage 3}}$$

A.N:

$$V_{\text{total}} = (b \cdot h / 2) \cdot e = 0.43 \cdot 0.13 = 0.05 \text{ m}^3$$

Avec h =hauteur de triangle=0.86m b =base=1m

$$V_{\text{alésage 1}} = \pi \cdot r^2 \cdot e = \pi \cdot 0.27^2 \cdot 0.1 = 0.023 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{alésage 2}} = \pi \cdot r^2 \cdot e = \pi \cdot 0.21^2 \cdot 0.03 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_{\text{alésage 3}} = \pi \cdot r^2 \cdot e = \pi \cdot 0.05^2 \cdot 0.1 = 7.86 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Donc : $V_{\text{Palier}} = 0.05 - 0.023 - 4 \cdot 10^{-3} - 7.86 \cdot 10^{-4} = 0.024 \text{ m}^3$

Donc :

$$m = \rho \cdot v \text{ (kg)}$$

A.N:

$$m_1 = 7500 \cdot 0.024 = 181.6 \text{ kg}$$

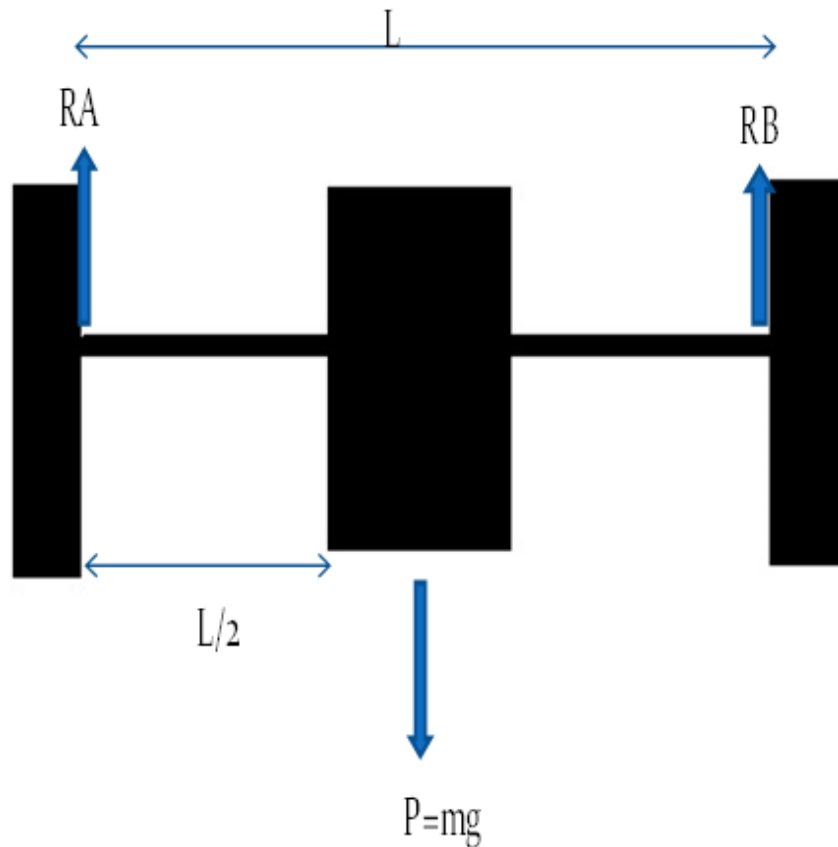
La masse total du palier = $m_1 + m_{\text{moteur}} + m_{\text{roulement1}} + m_{\text{roulement2}} + m_{\text{palier}} + m_{\text{roulement 3}}$

$$m_T = 181.6 + 27.5 + 0.084 + 23.8 + 25 + 21.5 = 280 \text{ kg.}$$

c) Calcul des diamètres des tiges:

A partir l'étude de fléchissement des tiges par des calculs de RDM, on va déterminer le diamètre des 3 tiges.

1^{ère} cas:



$$RA=RB=\frac{P'}{2} \quad \text{avec } P'=\frac{P}{3}=\frac{280*10}{3}=0.93\text{KN}$$

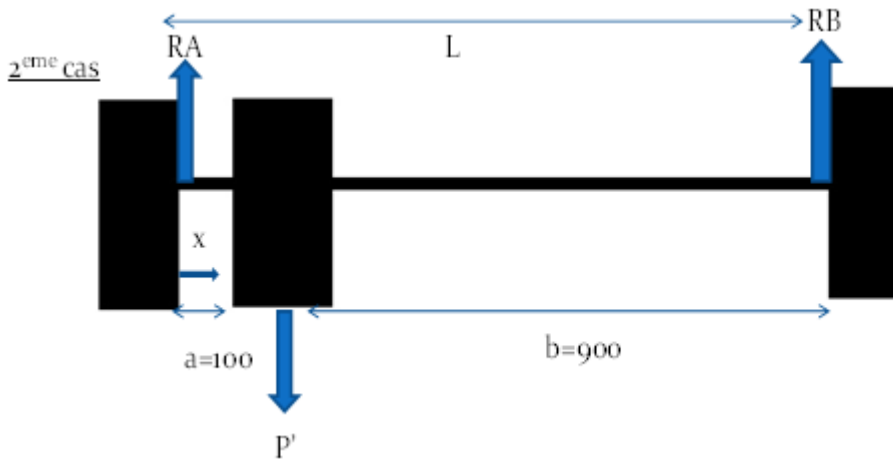
$$\text{A.N: } RA=RB=\frac{0.93}{2}=0.46\text{KN}$$

On calcule le diamètre des tiges tel que $f_{\max}<1\text{mm}$

Avec

$$f_{\max}=\frac{P'L^3}{192EI} \quad \text{avec } I=\frac{\pi D^4}{64} \text{ le moment quadratique d'une section circulaire.}$$

$$\text{Donc } \frac{P'L^3}{192EI} < \frac{\pi D^4}{64}; \quad \text{on trouve } D>26\text{mm}$$



$$RA = \frac{P'b^2(3L-2b)}{L^3} \quad \text{A;N} \quad RA = \frac{930 \cdot 900^2 \cdot (3000 - 1800)}{10003}$$

$$RA = 904 \text{ N}$$

$$RB = \frac{P'(L-b^2)(L+2b)}{L^3} \quad \text{A.N} \quad RB = 26 \text{ N}$$

Si $a < b$:

$$f_{\max} = \frac{2P'a^2(L-a)^3}{3EI(3L-2a)^2} < 1 \quad \text{avec } I = \frac{\pi D^4}{64} \text{ en } x = \frac{L^2}{3L-2a} = 357.15 \text{ mm}$$

On trouve: $D > 22 \text{ mm}$

Si $a > b$:

$$f_{\max} = \frac{2P'a^3b^2}{3EI(L+2a)^2} < 1 \quad \text{en } x = \frac{2aL}{L+2a} = 642.8 \text{ mm}$$

On trouve $D > 22 \text{ mm}$.

CONCLUSION :

D'après calcul de RDM on prend le diamètre des 3 tiges 30mm avec longueur = 1000mm.

C) Système des engrenages droits à denture hélicoïdale:

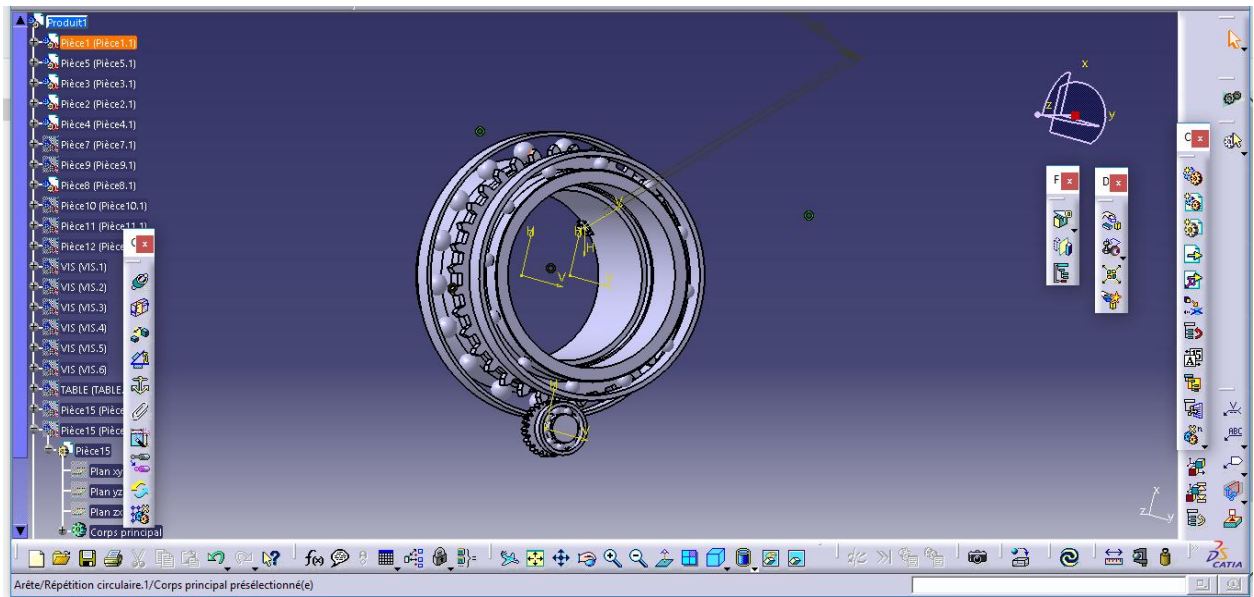


Figure 23 : Système de rotation (vue de face)

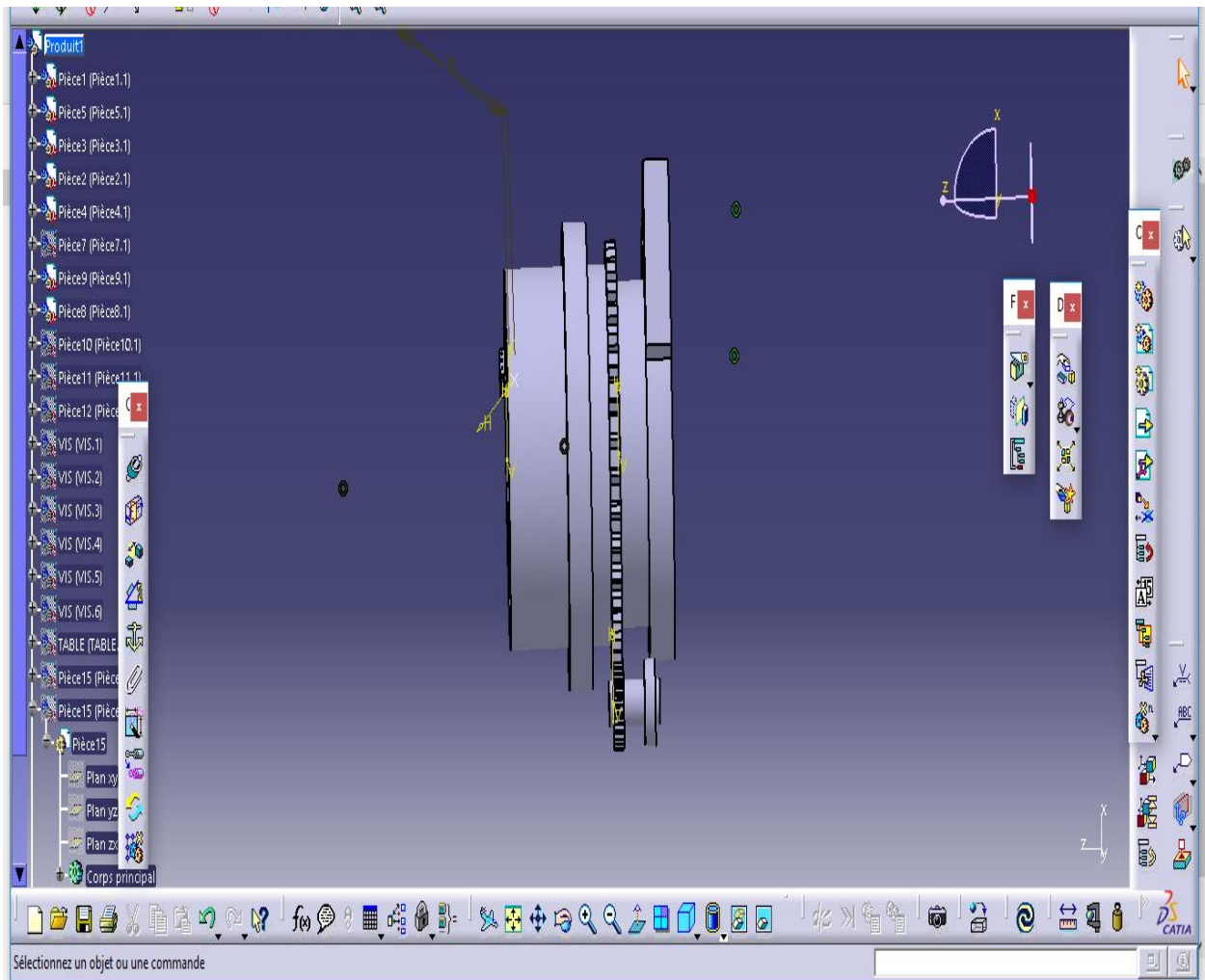


Figure 24 : Système de rotation (vue droite)

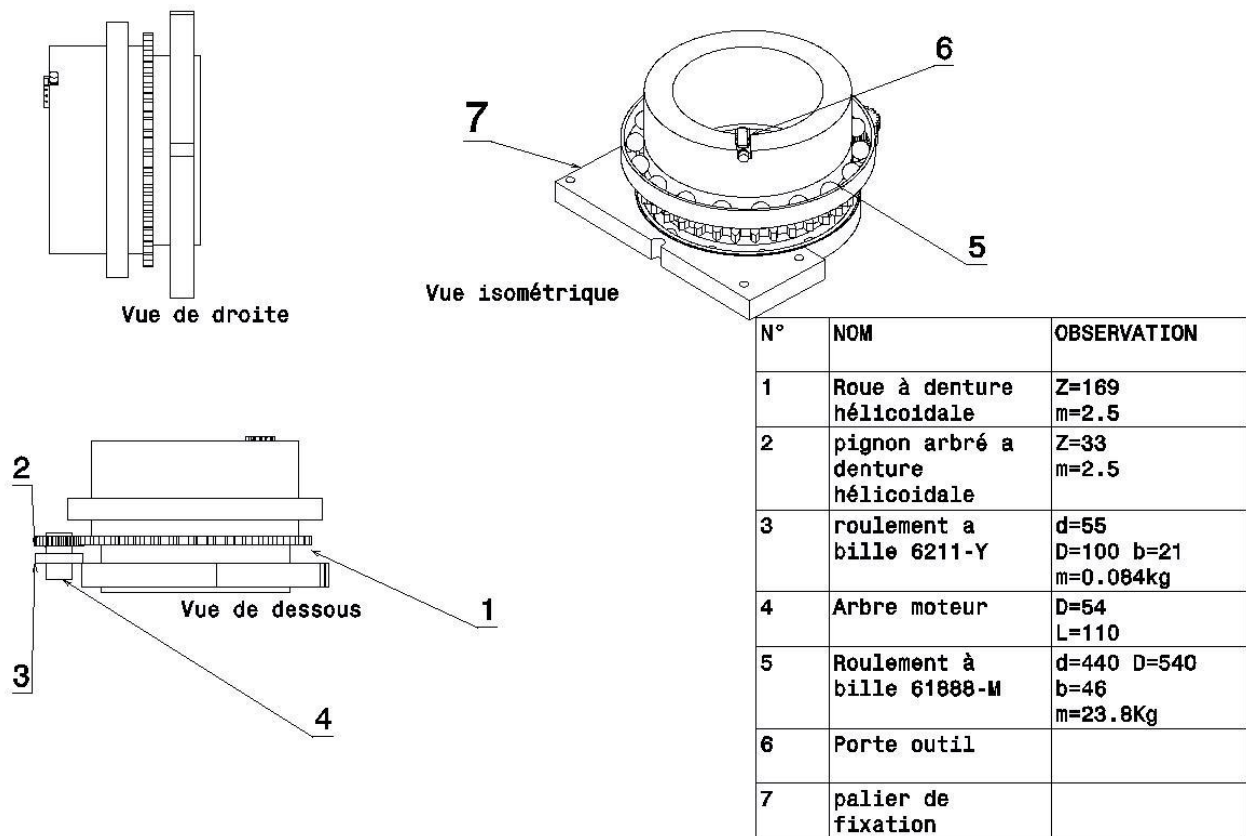


Figure 25 : système interne du palier mobile

- **Les caractéristiques de système des engrenages :**

Les données suivantes sont imposées par le cahier de charge :

Entraxe $a=270\text{mm}$. Rapport de réduction $r=\frac{1}{5}$.

Rendement $\mu=95\%$. Angle de pression $\alpha=20^\circ$.

Angle d'hélice $\beta=20^\circ$.

Pour déterminer les caractéristiques des engrenages, on suit ce processus :

- ✓ **Calcul puissance de pignon:**

$$P_{\text{pignon}} = \frac{3}{0.95} = \underline{\underline{3.20\text{KW}}}$$

Avec 3KW : la puissance maximale de coupe.

- ✓ **Calcul de vitesse de rotation :**

Pour calculer la vitesse de rotation du pignon, on applique la formule de rapport de réduction :

$$r = \frac{1}{5} = \frac{N_r}{N_p}$$

donc $N_p = 5 * N_r = 1330$.

Donc la vitesse angulaire du pignon :

$$\omega_p = \frac{2 \times \pi \times N}{60} = 140 \text{ rad/s}$$

Afin de trouver le module m du système, il faut calculer l'effort tangentiel appliqué sur la dent à partir de la relation $F_t = \frac{C}{r}$, donc il faut suivre ce processus :

✓ **Le couple C:**

$$C = \frac{P}{\omega} = \frac{3.2 \times 1000}{140} = 23 \text{ N.m}$$

✓ **Effort tangentiel appliqué sur la dent :**

$$F_t = \frac{C}{r} = \frac{23 * 1000}{45} = 511 \text{ N}$$

✓ **Effort axial :**

$$F_a = F_t * \tan \beta = 1.1 \text{ KN}$$

✓ **le module m réel :**

Le calcul de module m sert à savoir les différents caractéristiques de système des engrenages (nombre Z, Saillie ha,...).

$$m > 2.84 \sqrt{\frac{F_t}{k * R_{pe}}} = 2.84 \sqrt{\frac{511}{8 * \frac{700}{8}}} \geq 2.41$$

D'après des valeurs normalisées on trouve m=2.5mm.

Avec F_t : effort tangentiel sur la dent.

$$R_{pe}: \text{résistance pratique à l'extension} = \frac{Re}{S} = \frac{700}{8}$$

→ Limite élastique.

→ Coefficient de sécurité

$Re = 700 \text{ MPa}$: la limite élastique pour acier faiblement allié trempé, on a choisi ce type de matériau car il se caractérise par sa résistance au choc.

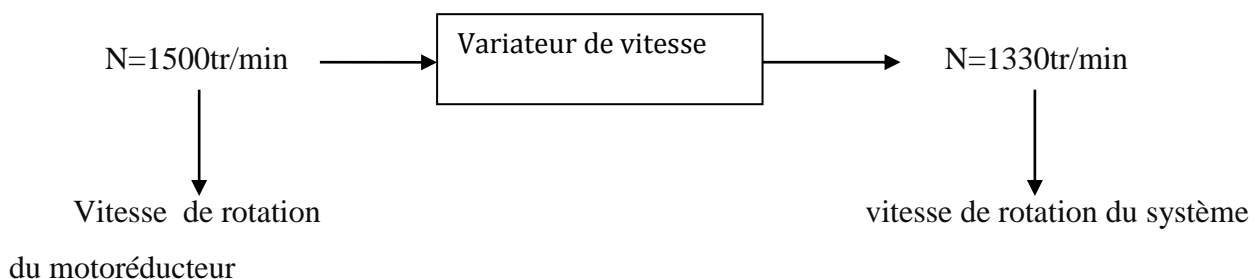
K: coefficient de largeur de denture=8.

D'où on obtient les caractéristiques suivantes :

Pignon	Roue
$R_p = (r \cdot a) / (r + 1) = 45 \text{ mm}$	$R_r = a / (r + 1) = 225 \text{ mm}$
Saillie : $h_a = m n = 2.5 \text{ mm}$	$h_a = m n = 2.5 \text{ mm}$
creux : $h_f = 1.25 \cdot m = 3.125 \text{ mm}$	$h_f = 1.25 \cdot m n = 3.125 \text{ mm}$
$h = h_a + h_f = 5.625 \text{ mm}$	$h = h_a + h_f = 5.625 \text{ mm}$
$p = \pi \cdot m n = 7.85 \text{ mm}$	$p = \pi \cdot m n = 7.85 \text{ mm}$
$m_t = \frac{m}{\cos \beta} = \frac{2.5}{\cos 20^\circ} = 2.66$	$m_t = \frac{m}{\cos \beta} = \frac{2.5}{\cos 20^\circ} = 2.66$
$Z = \frac{D_p}{2.66} = 33$	$Z = \frac{D_p}{2.66} = 169$
$b = m \cdot k = 2.5 \cdot 8 = 20 \text{ mm}$	$b = m \cdot k = 20 \text{ mm}$

- les caractéristiques du motoréducteur:

Pour éviter l'attaque directement entre le pignon et l'arbre moteur, on a choisi un motoréducteur coaxiaux 1FK7, le mouvement de rotation venant du moteur avec une vitesse de rotation $N = 1500 \text{ tr/min}$, et à l'aide d'un variateur de vitesse on obtient la vitesse de rotation de système roue-pignon arbré à denture hélicoïdale, avec un rapport de réduction de 1/5 ; le pignon transmis le mouvement vers la roue dentée qui permet de tourner le porte outil autour de l'axe de la pièce.



Vitesse assignée tr/min	Puissance assignée kW	Couple assigné N.m	Moment d'inertie 10^{-4} kg.m ²	Poids kg	Rendement %
1500	4.2	26	99	27.5	80

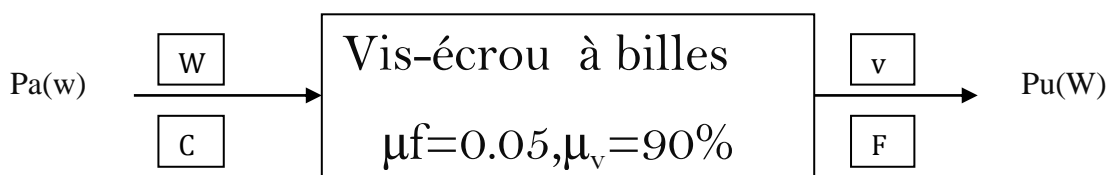
Figure 26 : tableau des données du motoréducteur

D) Etude de système de translation :

Afin d'assurer le mouvement d'avance du mécanisme, on a choisi un système de transformation de mouvement (mouvement de rotation en translation): vis-écrou à billes animée par un moteur pas à pas de rendement=80%.

Pour l'entrée on a une puissance de rotation P_a , caractérisée par une vitesse angulaire W et un couple C .

Pour la sortie on a une puissance de translation P_u ; caractérisée par une vitesse linéaire qui égale à la vitesse d'avance qu'on a calculée déjà, et une force F qui égale à la force d'avance ou bien la force tangentielle de coupe.



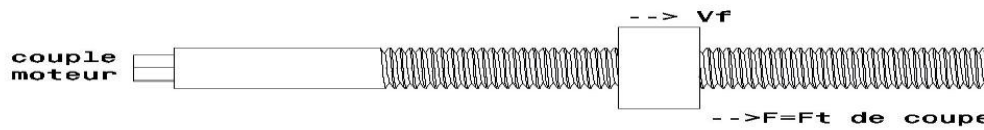
- **Les caractéristiques du système:**

En calculant la puissance d'entrée du système, pour que le palier mobile résiste à la force axiale appliquée sur la pièce par l'outil qu'est relié à la force de coupe qu'on a déjà calculée :

$F_a = 2/5 * F_c$: force choisie en fonction de type d'usinage (chariotage) et du matériau usiné (acier).

Avec $F_c = 1040N$.

A.N: $F_a = 416N$



La vis qu'on a utilisé est M30 avec un pas $p=3.5\text{mm}$, un diamètre nominal de l'écrou $D_e=26.211\text{mm}$ et un diamètre du perçage $D_p=26.5\text{mm}$.

On a
$$N = \frac{V_f}{p} = \frac{32}{3.5}$$

A.N: $N \approx 10 \text{ tr/min}$

Calcul des puissances d'entrée P_a et de sortie P_u :

On a $P_u (\text{vis-écrou}) = \mu_v * P_a$

Or $P_u = F_t * V_f$

avec V_f (la vitesse d'avance de l'outil) $= 32\text{mm/min}$.

Donc
$$P_a = \frac{F_t * V_f}{\mu_v} = \frac{416 * 0.032}{0.9 * 60}$$

A.N: $P_a = 0.3 \text{ w}$

D'où :

$$P_{\text{moteur}} = \frac{P_a}{\mu_m}$$

A.N: $P_{\text{moteur}} = 0.4\text{W}$.

Conclusion :

Donc le moteur pas à pas utilisé pour la translation du palier suivant l'axe de la pièce, a une puissance de 0.4W avec un couple $= 0.38 \text{ N.m}$.

CONCLUSION :

Dans ce deuxième chapitre, nous avons présenté la problématique du projet. Pour répondre à cette problématique, plusieurs solutions ont été proposées mais la plus part de ces solutions ne sont pas applicables à cause des problèmes affrontées. La solution applicable, d'après cette étude, est de faire la conception d'un tour de chariotage amovible.

Pour ce faire, une conception CAO du tour est faite sous le logiciel CATIA après avoir faire un schéma cinématique. Le dimensionnement de chaque pièce est fait après avoir analyser les systèmes de rotation et de translation et faire l'étude dynamique et l'étude par résistance des Matériaux.

Après avoir étudié les différents systèmes du projet, on a pu faire une conception générale du **TOUR PORTATIF** pour faire le chariotage sur site des pièces indémontables dans des différents mécanismes en faisant la conception et le dimensionnement de chaque pièce.

CONCLUSION GENERALE :

Le stage de fin d'étude effectué au sein de l'office chérifien de phosphate de K HOURIBGA nous a permis de faire un rapprochement entre ce que nous avons appris dans notre parcours académique et ce qu'on doit acquérir dans le domaine professionnel. Le sujet retenu dans ce stage de fin d'étude est intéressant de point de vue conception, pour améliorer les connaissances dans le domaine de fabrication mécanique, construction, et confection.

Ce projet a pu répondre au problème de chariotage des pièces indémontables, affronté dans la société d'accueil, par conception d'un tour amovible. La réalisation du projet est passée d'abord par le dessin d'ensemble et le schéma cinématique, ensuite le modèle est simulé par CAO sous le logiciel CATIA et en fin plusieurs études ont été faites pour garantir le bon fonctionnement du produit. En effet, trois types d'études ont été réalisés pendant ce projet : une étude dynamique pour calculer les caractéristiques de coupe, une deuxième étude RDM pour dimensionner les tiges de guidage et enfin une analyse des systèmes de rotation et de translation.

En outre, ce stage au sein de l'OCPK, nous a donné un grand esprit de communication et la circulation de l'information entre les stagiaires et entre les agents, aussi on a familiarisé avec le milieu socioprofessionnel et le marché de l'emploi.