

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	5
------------------------------------	---

## CHAPITRE I : Présentation du groupe Zine

<b>I. PRESENTATION DE LA SOCIETE ZINELEC :</b> .....	7
<b>II. Présentation de la société ZINCO :</b> .....	8
<b>III. Présentation de la société NOVELLI:</b> .....	8
<b>IV. Statut juridique :</b> .....	8
<b>V. L'ORGANIGRAMME DE GROUPE ZINE :</b> .....	9
<b>VI. L'ORGANIGRAMME DE NOVELLI PUMPS :</b> .....	10
<b>VII. LES ELECTROPOMPES FABRIQUEES PAR LA SOCIETE</b> .....	11

## CHAPITRE II : Description de la pompe immergée

<b>I. INTRODUCTION :</b> .....	14
<b>II. LES DOMAINES D'APPLICATIONS :</b> .....	14
<b>III. LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS :</b> .....	15
<b>IV. DESCRIPTION DES DIFFERENTS COMPOSANTS :</b> .....	15
<b>1. LA TURBINE (OU LA ROUE) :</b> .....	15
<b>2. LE DIFFUSEUR :</b> .....	15
<b>3. LA CHAMBRE D'ASPIRATION :</b> .....	16
<b>4. L'ARBRE D'ENTRANEMENT:</b> .....	16
<b>5. LES CLAVETTES :</b> .....	17
<b>6. LES BAGUES D'USURE :</b> .....	17
<b>7. L'ENTRETOISE :</b> .....	17
<b>8. LE COUSSINET :</b> .....	18
<b>9. L'ACCOUPLLEMENT :</b> .....	18
<b>10. LE CLAPET ANTI-RETOUR :</b> .....	18

## CHAPITRE III : l'optimisation des coûts de fabrication de la pompe immergée 10 pouces

<b>II. CAHIER DES CHARGES :</b> .....	20
<b>III. L'INGENIERIE INVERSE :</b> .....	20
<b>IV. ANALYSE DE PRIX DE REVIENT ACTUELLE :</b> .....	24
<b>V. CHOIX DE MATERIAU :</b> .....	27

<b>VI.</b>	<b>L'OPTIMISATION DIFFERENTS ENSEMBLES DE LA POMPE IMMERGEE :</b>	<b>28</b>
1.	<b>ENSEMBLE CORPS DE CLAPET :</b>	<b>28</b>
✓	<b>SIMPLIFICATION DE CONCEPTION DE L'ENSEMBLE :</b>	<b>29</b>
✓	<b>CALCUL PAR LES ELEMENTS FINIS.....</b>	<b>29</b>
•	<b>LES CARACTERISTIQUES MECANIQUE DU MATERIAU :</b>	<b>29</b>
•	<b>CHOIX DES COEFFICIENTS DE SECURITE .....</b>	<b>31</b>
•	<b>LA PRESSION APPLIQUEE :</b>	<b>32</b>
•	<b>LES RESULTATS DE CORPS DE CLAPET :</b>	<b>33</b>
✓	<b>ANALYSE CONCURRENTIELLE (BENCHMARKING PRODUIT) :</b>	<b>44</b>
✓	<b>CALCUL DE LA MASSE :</b>	<b>46</b>
2.	<b>ENSEMBLE TURBINE- DIFFUSEUR :</b>	<b>48</b>
✓	<b>CALCUL PAR LES ELEMENTS FINIS.....</b>	<b>48</b>
✓	<b>ANALYSE CONCURRENTIELLE (BENCHMARKING PRODUIT) :</b>	<b>49</b>
✓	<b>CALCUL DE LA MASSE :</b>	<b>52</b>
3.	<b>CHAMBRE D'ASPIRATION :</b>	<b>53</b>
✓	<b>CALCUL PAR LES ELEMENTS FINIS.....</b>	<b>54</b>
5.	<b>PROTEGE CABLE :</b>	<b>56</b>
6.	<b>DESSIN DE DEFINITION :</b>	<b>56</b>
<b>VII.</b>	<b>CALCUL PREVISIONNEL COUT .....</b>	<b>57</b>
1.	<b>CALCUL DE PRIX DE REVIENT DE LA POMPE OPTIMISEE :</b>	<b>57</b>
2.	<b>COMPARAISON ENTRE L'ACTUEL ET L'OPTIMISE :</b>	<b>62</b>
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>63</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>64</b>
	<b>WEBOGRAPHIE.....</b>	<b>64</b>

## REMERCIEMENT

*T*out d'abord et avant d'entamer ce rapport, je tiens à remercier Dieu ainsi que mes parents pour leurs efforts et soutien moral et matériel depuis notre naissance.

J'adresse mes vifs remerciements à :

- ✓ Le directeur du groupe Zine et mon encadrant Mr A.BENMIMOUN qui m'a offerte la possibilité de passer ce stage au sein de la société et pour ses conseils et son aide précieuse au cours du stage.
- ✓ Mon encadrant pédagogique Mr B.Harras, professeurs du département génie mécanique pour les efforts qu'ils ont déployé et les conseils fructueux qu'ils n'ont cessés de nous prodiguer avec bienveillance.
- ✓ Mr El majdoubi le responsable de filière d'ingénieurs qui m'a aidé de trouver ce stage.
- ✓ Tous les enseignants du département génie mécanique qui ont contribué à notre formation au cours de ces années d'études.
- ✓ Les membres du jury devant lesquels j'aurai le grand honneur d'exposer mon travail.
- ✓ Tout le personnel de Novelli pumps.
- ✓ Tous ceux et celles qui ont contribué à faciliter la tâche de notre travail, en prodiguant leur aide accompagnée de sympathie et d'encouragements, qu'ils trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude.

## **INTRODUCTION GENERALE**

De nos jours, le monde est atteint par une véritable frénésie de changement, ainsi il demeure nécessaire pour chaque entreprise de déployer de permanent effort pour reprendre aux exigences et aux contraintes internationales tout en restant dans les normes de qualité et en gardant la marge bénéficiaire.

Chaque entreprise se fixe des objectifs dans le cadre de sa vocation spécifique pour atteindre des résultats sur ces marchés en s'interrogeant à tout moment sur les changements à opérer à propos des produits, des équipements des processus intellectuels et des méthodes. Tel est le cas pour NOVELLI, qui s'est penché sur la créativité et l'innovation comme étant deux facteurs majeurs pour son développement, néanmoins, il ne suffit pas d'innover, de créer, de générer de nouvelles idées : *il faut faire face à la concurrence.*

Condition nécessaire au développement et au bon fonctionnement de la société, l'optimisation des coûts de production et du temps fait partie intégrante de la vie au travail. Le problème qui se pose est donc de trouver un équilibre entre deux nécessités apparemment conflictuelles : la réduction du coût de fabrication et la réduction du temps.

C'est pour offrir des possibilités de solutions à ce problème que dans les chapitres qui suivent nous nous efforcerons de présenter, à partir du travail effectué au sein de la société NOVELLI, une analyse concurrentielle sur des bases de poids et du temps de fabrication des différents composants de la pompe immergée.

# **CHAPITRE I**

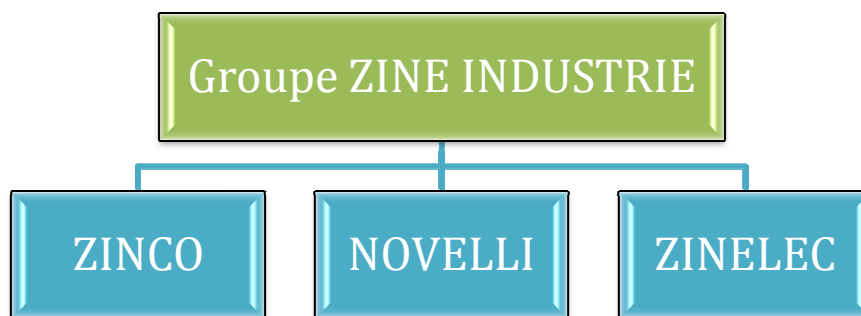
## **PRESENTATION DU GROUPE ZINE**

Le groupe ZINE industrie est une entreprise familiale fondée par Mr Fouad Zine Filali et Mr Mostafa Zine Filali. Elle est composée de trois sociétés : ZINELEC, ZINCO et PANELLI Maroc.

Chaque société dispose de services propres à elle et de services communs entre les différentes sociétés du groupe.

Les services communs du groupe ZINE sont :

- Service d'approvisionnement
- Services des ressources humains.
- Service gestion caisse
- Service maintenance et équipements
- Service informatique.



## **I. PRESENTATION DE LA SOCIETE ZINELEC :**

Elle est créée au Maroc en 1984, ZINELEC est une société à responsabilité limitée (SARL), son capitale est de 10 000 000,00 de dirhams.

Son unité de fabrication, est d'une surface répartie comme suit :

Ateliers	1500 m <sup>2</sup>
Dépôts	4500 m <sup>2</sup>
Bureaux	500 m <sup>2</sup>

L'effectif de l'entreprise est de 117 personnes.

ZINELEC intervient dans les activités suivantes :

- Travaux d'électrification, stations de pompage et de traitement d'eau.

- Fabrication et commercialisation de pylônes et produits métalliques.

## **II. Présentation de la société ZINCO :**

Créée au Maroc en 1990, ZINCO est une société à responsabilité limitée (SARL), son capital est de 6 000 000, 00 dirhams.

Son unité de fabrication est d'une surface répartie comme suit :

Ateliers	3500 m <sup>2</sup>
Dépôts	7200 m <sup>2</sup>
Bureaux	300 m <sup>2</sup>

L'effectif de l'entreprise est de 86 personnes.

ZINCO intervient dans les activités suivantes :

- Réalisation des ouvrages travaux de génie civil (réservoirs surélevés et semi-enterrés, stations de pompage, bâtiments annexes et station de traitement).
- Fabrication et commercialisation des poteaux en béton et produits d'accompagnements en béton sous la marque ZINCO.

## **III. Présentation de la société NOVELLI:**

Créée en 1994, NOVELLI Maroc est une société à responsabilité limitée (SARL).

Son siège social ainsi que ses unités de fabrication sont d'une surface de 11000 m<sup>2</sup>

Développée comme suit :

Ateliers	800 m <sup>2</sup>
Dépôts	1000 m <sup>2</sup>
Bureaux	200 m <sup>2</sup>

L'effectif de l'entreprise est de 33 personnes.

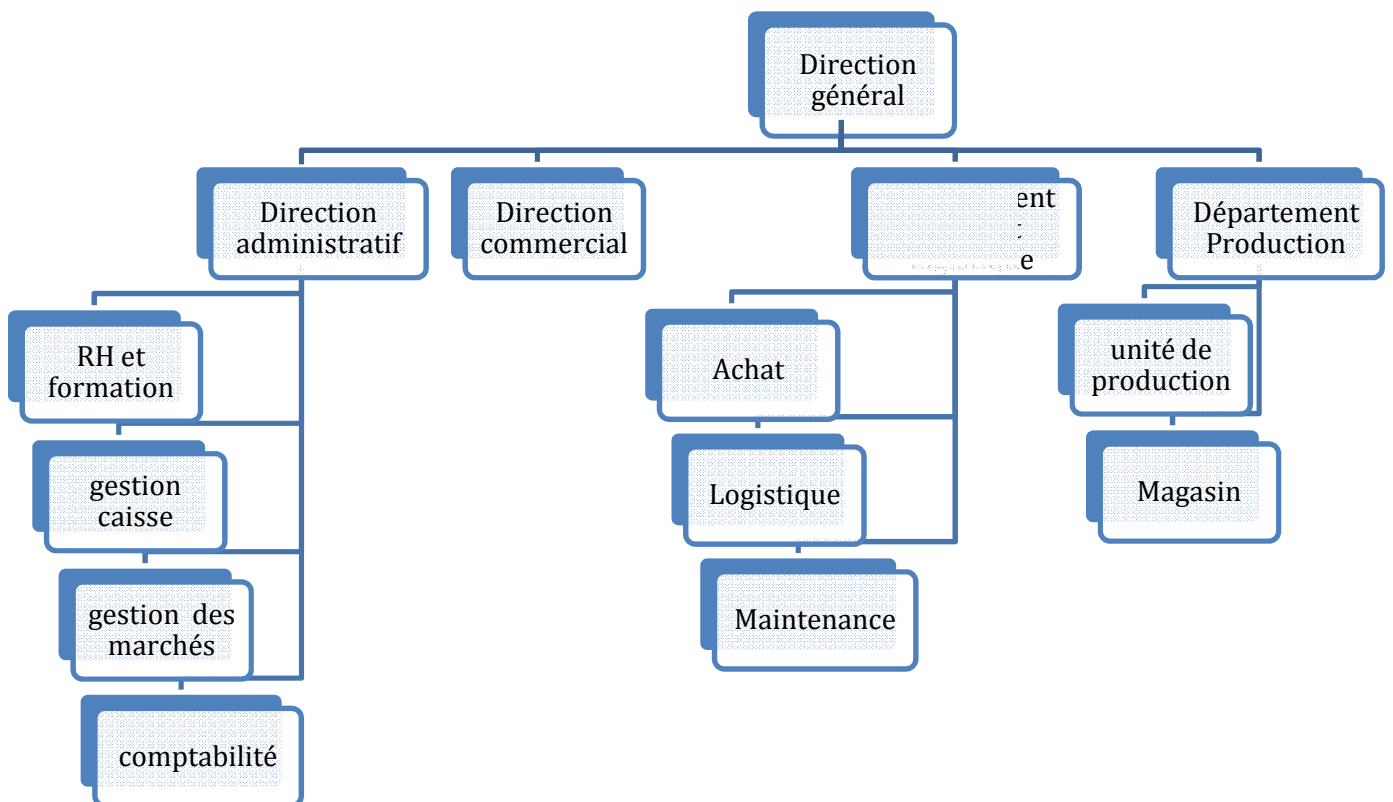
## **IV. Statut juridique :**

NOVELLI Maroc est constituée des départements suivants :

- Département commercial.
- Département de protection :

- ✓ Unité de protection
- ✓ Magasin.
- Département d'achat et logistique :
  - ✓ Achat
  - ✓ Logistique,
  - ✓ Maintenance.
- Département administratif :
  - ✓ RH et formation,
  - ✓ Gestion caisse,
  - ✓ Gestion des marchés,
  - ✓ Compatibilité.

## **V. L'ORGANIGRAMME DE GROUPE ZINE :**





NOVELLI PUMPS est une société anonyme au capital de 2.000.000 DH. Elle est actuellement dirigé par Monsieur BENMIMOUN, se situe au quartier industriel de Ben souda à Fès. Elle était un partenaire de la société PANELLI ALESSANDRIA, fabricant italiens de plusieurs types de pompes centrifuges. Elle intervient dans cinq activités principales :

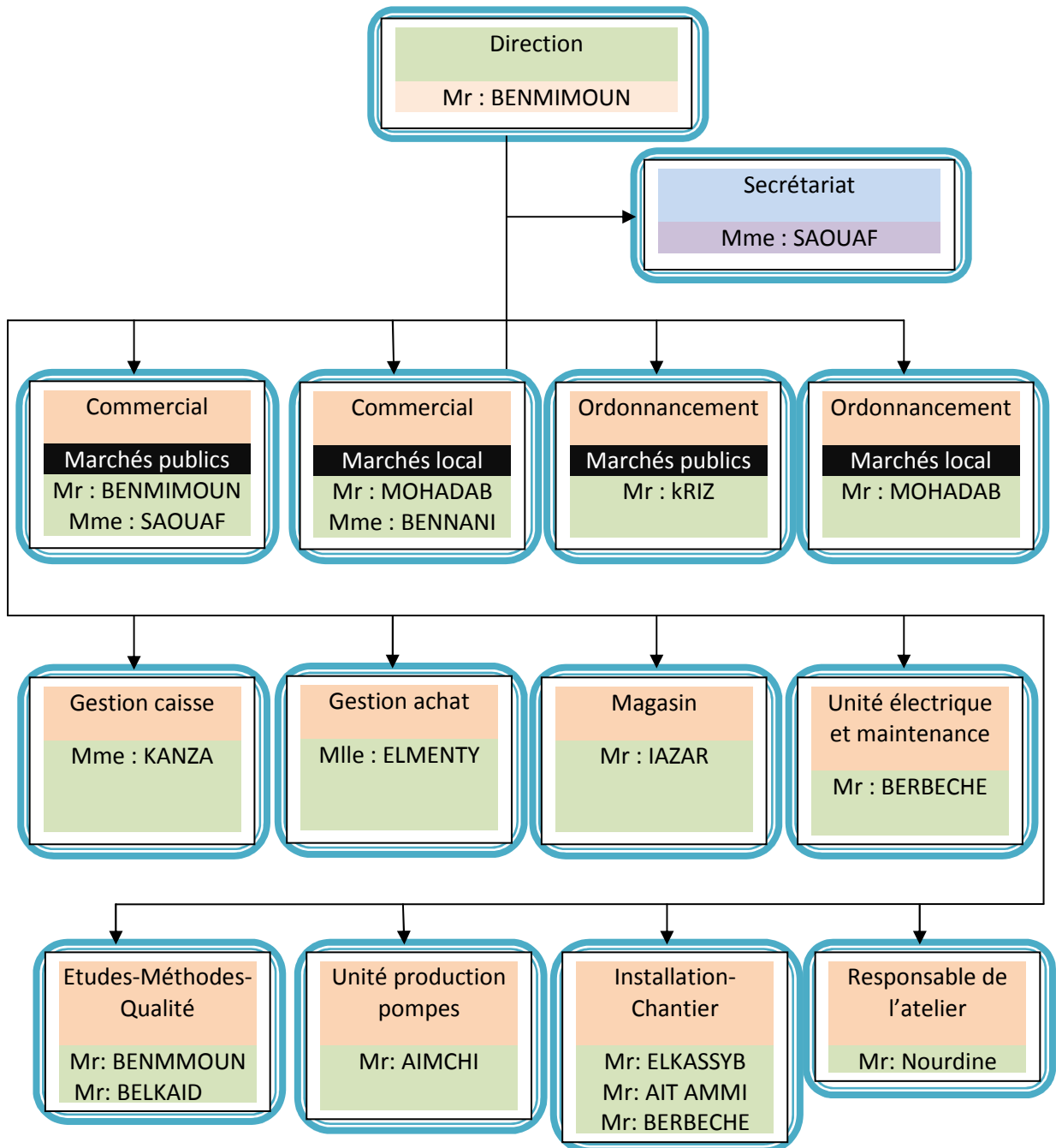
- Fabrication d'électropompes immergées et de surface,
- Fabrication des équipements hydrauliques,
- Equipements électriques,
- Maintenance des équipements hydromécanique.

Elle a comme activités secondaires :

- Fabrication d'articles de robinetterie industrielles : colonnes, coudes, tés, brides, joints de démontage, citernes, réservoirs, etc. ...
- Fabrication de coffret de commande et de protection électrique.

La société est équipée d'un atelier de construction mécanique qui lui permet de fabriquer (sur commande) des ensembles. Et en cas de besoin, elle se charge également de la réparation ainsi que la maintenance de ses produits livrés aux différents clients marocains.

## **VI. L'ORGANIGRAMME DE NOVELLI PUMPS :**



## **VII. LES ELECTROPOMPES FABRIQUEES PAR LA SOCIETE**

NOVELLI PUMPS est une unité industrielle de fabrication d'électropompes immergées et de surface, son équipe d'ingénieurs et de techniciens spécialement formés veille à la gestion du processus de fabrication depuis la conception sur AUTOCAD jusqu'aux essais hydroélectriques. Un contrôle rigoureux est instauré à chaque étape de la fabrication.

Les performances hydrauliques et électriques sont vérifiées et confirmées sur la plateforme NOVELLI POMPS en conformité avec la norme ISO 2548, classe C. La flexibilité des équipements de production permet une offre très variée de produits (pièces) aussi bien

au niveau des performances hydroélectriques que celui de la métallurgie (Fonte, Bronze et actuellement vote pour Inox).

Comme j'ai déjà mentionné la société NOVELLI PUMPS fabrique deux types d'électropompes :

- Electropompes de surfaces ou axe vertical entraîné au moyen d'un moteur triphasé asynchrone placé à la surface libre.
- Electropompes immergées les plus demandés sur le marché en raison de leur technologie adaptée aux installations d'alimentation en eau potable ou autres applications, son entraînement est exécuté à l'aide d'un moteur électrique placé en dessous du corps de la pompe hydraulique, et immergé totalement dans l'eau.

On distingue suivant les caractéristiques voulues (hauteur d'élévation HMT ou hauteur manométrique total, débit Q) pour chaque type d'électropompes :

- Pompes monocellulaires (pompes à un seul étage).
- Pompes multicellulaires (pompes à plusieurs étages).

Ainsi, suivant le débit Q on trouve trois types de turbines :

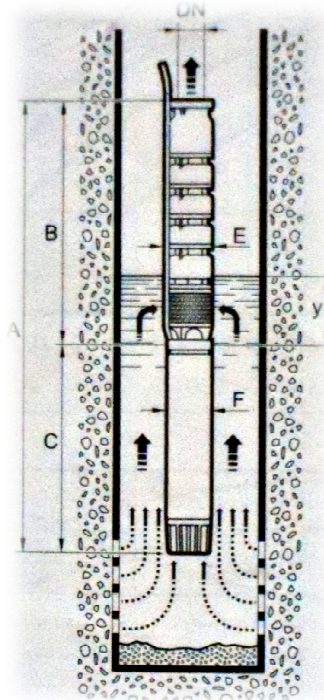
- Turbine A : Grand débit
- Turbine B : moyen débit
- Turbine C : faible débit

# **CHAPITRE II**

## **DESCRIPTION DE LA POMPE IMMERGEE**

## **I. INTRODUCTION :**

Une pompe immergée c'est une pompe verticale mono ou multicellulaire centrifuge avec roues radiales ou semi-axiales. Les roulements de guidage et les bagues d'usure garantissent la résistance à l'usure en assurant la constance et la fiabilité des caractéristiques hydrauliques dans le temps. Sur demande, les pompes sont disponibles en bronze ou en acier inoxydable pour les applications en eau de mer ou avec des liquides agressifs.



## **II. LES DOMAINES D'APPLICATIONS :**

Les pompes immergées ont un vaste domaine d'application, par exemple :

- ✓ Approvisionnement en eau provenant de puits profonds.
- ✓ Surpression et distribution dans des installations civiles et industrielles.
- ✓ Alimentation de réservoirs et de citernes.
- ✓ Installation de réservoirs et de citernes.
- ✓ Installations anti-incendie et installation de lavage.
- ✓ Contrôle du niveau phréatique.
- ✓ Irrigation.
- ✓ Mines
- ✓ Fontaines.

Une pompe multicellulaire : c'est une pompe à plusieurs cellules, une cellule est définie par un diffuseur.

### **III. LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS :**

Comme chaque produit, les pompes immergées ont des avantages et des inconvénients qu'on peut illustrer comme suit :

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
Très efficace, écoulement régulier, capacité constante.	Le désamorçage peut endommager le moteur.
Offre une vaste gamme de capacités et de pressions.	Le sable dans l'eau entraîne l'usure prématurée des pièces.
Peut être utilisée pour les puits de surface et les puits profonds.	Coûteuse et parfois difficile à réparer.
Silencieuse.	
Bonne durabilité.	

### **IV. DESCRIPTION DES DIFFERENTS COMPOSANTS :**

#### **1. LA TURBINE (OU LA ROUE) :**

Elle constitue l'élément mobile de la pompe. Elle communique au liquide une partie de l'énergie cinétique transmise par arbre par l'intermédiaire de ses aubes (ailettes).



#### **2. LE DIFFUSEUR :**

C'est le corps de pompe, qui constitue l'élément fixe de cette dernière. Il est destiné à recueillir le liquide qui sort de la roue, et à le diriger, soit vers l'orifice de refoulement,

soit vers l'entrée de la roue suivante, selon que la pompe est mono ou multicellulaire. De plus, il transforme en pression une partie de la vitesse.

La forme principale du corps dépend du type de pompe (mono ou multicellulaire).



### **3. LA CHAMBRE D'ASPIRATION :**

Elle constitue avec le corps de pompe l'élément fixe destiné à diriger le liquide vers l'entrée de la roue, de telle sorte que la vitesse du liquide soit uniforme en tous points.



### **4. L'ARBRE D'ENTRANEMENT:**

C'est l'axe principal de la pompe, en acier ou acier inoxydable. Il comprend des clavettes superposées entre deux roues et une entretoise de séparation. Tous les éléments tournants sont équilibrés dynamiquement (arbre, roues et entretoise).



### **5. LES CLAVETTES :**

Les clavettes rassemblent les divers composants de montage mécanique assurant une liaison en rotation entre les pièces à assembler. Elles sont logées dans les rainures des pièces à assembler.



### **6. LES BAGUES D'USURE :**

Les séparent les sections fixes d'une pompe des sections en rotation, ainsi que les sections en basse pression de celles en haute pression. Lorsqu'une déviation d'arbre se produit en raison d'une opération contraire à la conception, il est possible que les bagues d'usure entrent en contact.



### **7. L'ENTRETOISE :**

Une entretoise est une pièce rigide qui relie deux turbines et les maintient dans un écartement fixe. On utilise fréquemment des entretoises pour fixer des circuits imprimés. Ces entretoises sont généralement des pièces tubulaires en laiton chromé.





### **8. LE COUSSINET :**

Fabriqué en caoutchouc entouré par un cylindre en tôle, il permet une combinaison parfaite des fonctions du guidage de l'arbre, amortissement et passage libre du sable.



### **9. L'ACCOUPLLEMENT :**

Il est fabriqué en acier inoxydable, permet le désaccouplement de la pompe et le moteur.



### **10. LE CLAPET ANTI-RETOUR :**

Soupape qui laisse passer de l'eau dans un seul sens.



# **CHAPITRE III**

## **OPTIMISATION DES COUTS DE FABRICATION DE LA POMPE 10 POUCES**

## **I. CAHIER DES CHARGES :**

La Réduction des coûts de fabrication de la pompe 10 pouces de 25% à 30%, en s'appuyant sur :

- Reconception de certaines parties de la pompe
- Réduction des poids des pièces de fonderie
- Simplification de la nomenclature : réduction du nombre de composants
- Nouvelles solutions simples de fixation, d'entraînement etc. ...

## **II. L'INGENIERIE INVERSE :**

Le principe de la l'ingénierie inverse repose sur la prise d'un nuage de points issu de la surface de l'objet à scanner numériquement ou à palper mécaniquement. Ce nuage de points est traité par des logiciels de reconstruction de surfaces permettant d'abord de construire un modèle polygonal (utilisé dans l'usinage, la simulation et le prototypage rapide) et ensuite de générer une surface NURBS. Exporté vers un logiciel CAO, l'objet défini numériquement pourra être modifié, analysé et adapté à son environnement et à son architecture interne.

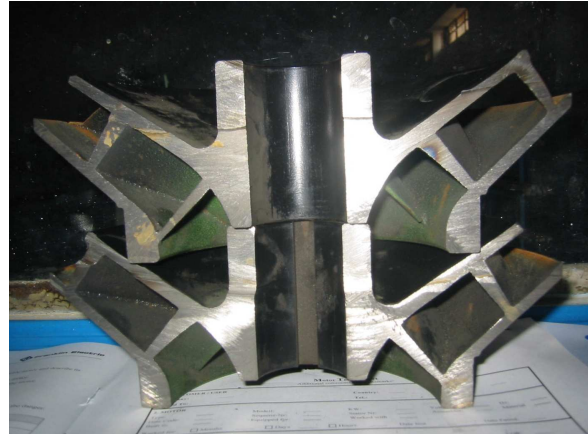
Les différentes raisons d'utiliser l'ingénierie inverse :

- La conception originelle n'est pas supportée par une documentation suffisante ou adéquate.
- Le modèle originel de CAO n'est pas suffisant pour soutenir des modifications et/ou les procédés de fabrication courante.
- Le fabricant originel n'existe plus ou ne fabrique plus le produit, mais il y a des besoins pour le produit.
- Composants usés ou cassés pour lesquels il n'y a aucune source d'approvisionnement.
- Renforcement des fonctionnalités.
- Analyse des fonctionnalités des produits des concurrents.
- Amélioration de la performance et/ou les fonctionnalités de produit.
- Manque de pièces additionnelles (pièces de rechange).
- Actualisation des matériaux désuets ou des processus de fabrication désuets.

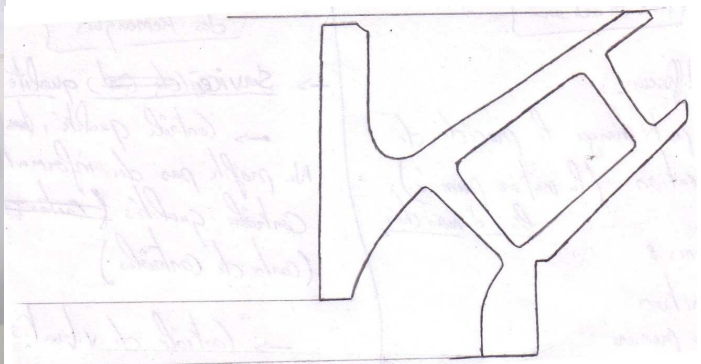


Il y a des différentes méthodes pour faire l'ingénierie inverse, ça dépend des moyens et de besoin, dans notre cas on a choisi la méthode la plus facile et la moins coûteuse selon les étapes suivantes :

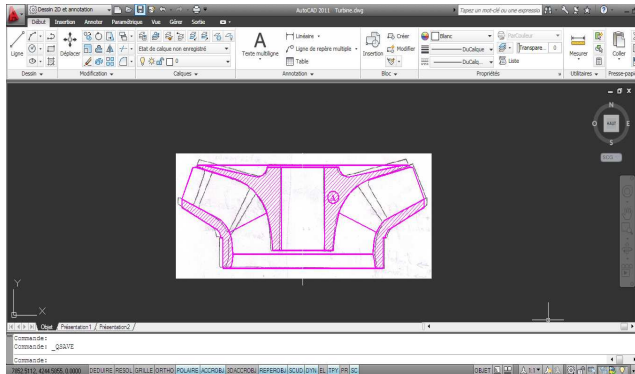
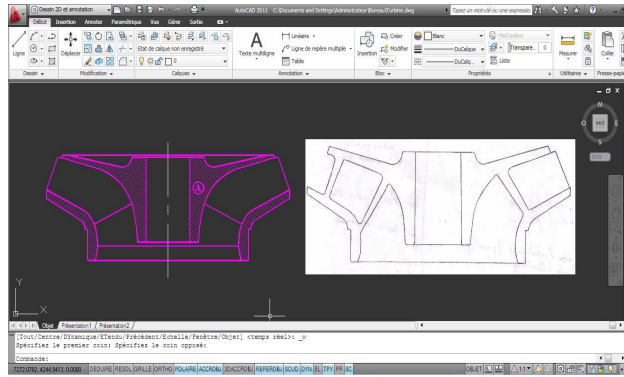
- Dans un premier temps, on a essayé de couper d'une façon précise les différents composants de la pompe afin de voir les détails et pour faciliter le dessin de ce composant



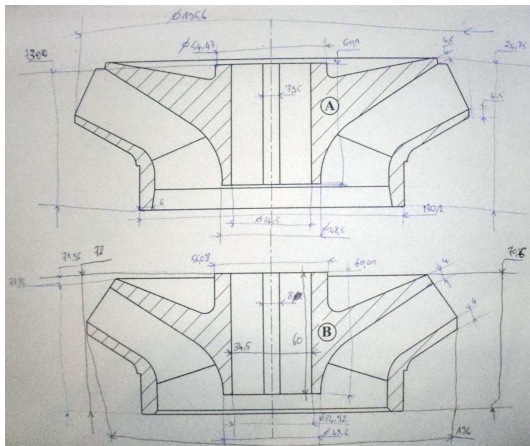
- Ensuite pour l'étape suivante, on a essayé à l'aide de papier transparent de suivre soigneusement le trajet des arrêts des différents composants de la pompe, juste pour la demi-coupe à cause de la symétrie.



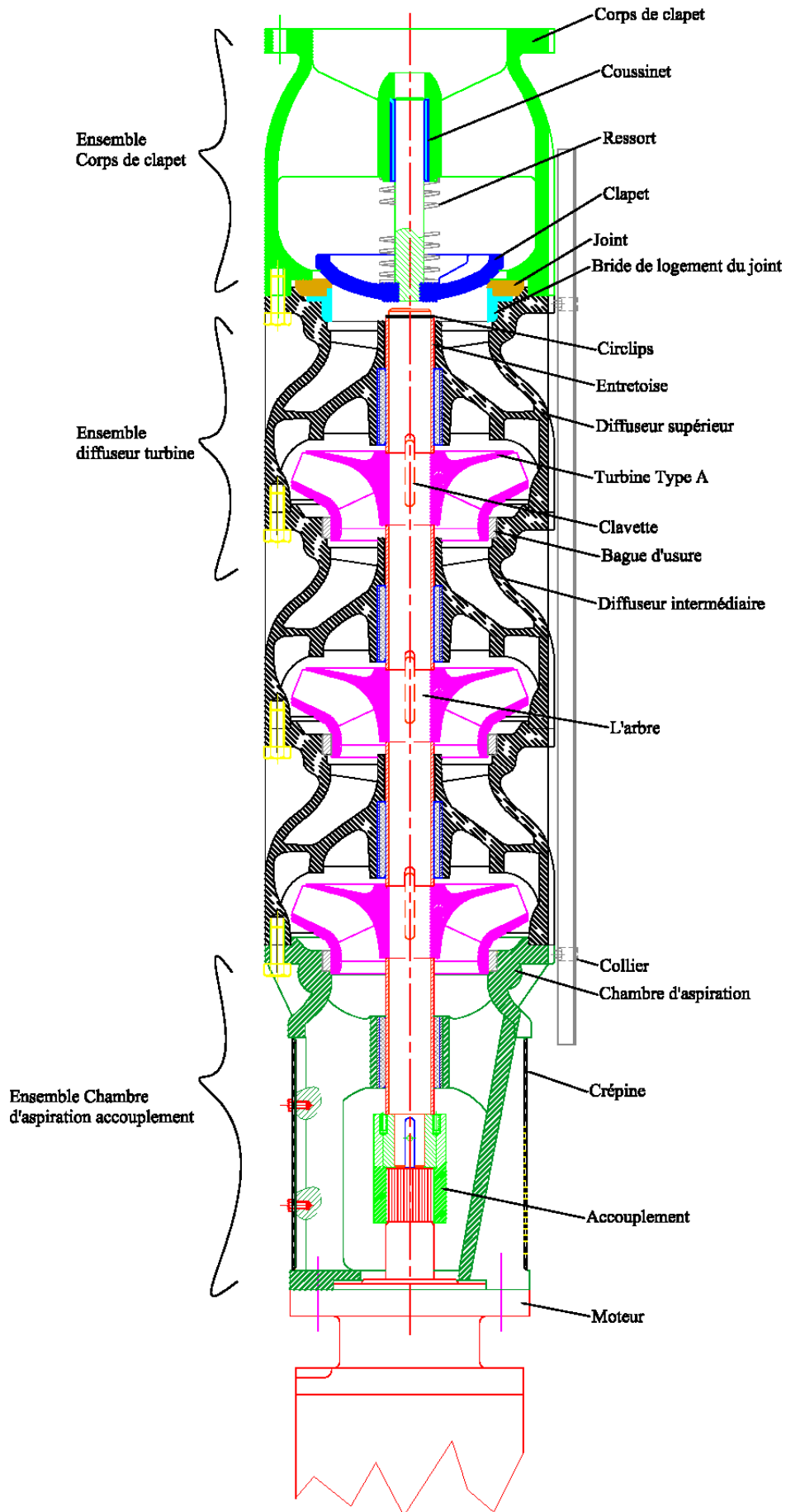
- Après on a essayé de recopier les dessins qui sont sur les papiers transparents dans un papier blanc afin de les scanner et les importer au logiciel AUTOCAD à l'échelle un sur un, pour le retracer dedans.



- Et puis on a imprimé les dessins finis pour les vérifier à l'aide des outils de métrologie (pied-coulisse, jauge de profondeur, micromètre intérieure, micromètre supérieure).



- Finalement après la vérification, on a essayé de faire l'assemblage ou le dessin d'ensemble des différents composants en respectant les jeux fonctionnels entre eux et aussi le dimensionnement du moteur adéquat.



### III. ANALYSE DE PRIX DE REVIENT ACTUELLE :

Avant d'entamer notre optimisation de la pompe 10 pouces, on doit d'abord faire une analyse de l'état actuel de ce produit qui va nous aider à comprendre ou trouver le paramètre qu'on peut le corriger ou modifier afin d'atteindre notre objectif.

Dans cette partie on va essayer de calculer le prix de revient de la pompe 10 pouces avec cinq étages et avec un moteur de 180 chevaux et en se basant sur deux paramètres principales : les prix de la matière première et la main d'œuvre

- Calcul de prix de bronze au kilogramme (Dh/kg) :

Le tableau suivant montre le prix de la turbine B de la pompe 8 pouces et celui de la pompe 6 pouces afin de calculer le prix au kilogramme de la turbine A de la pompe 10 pouces.

Pour remplir le tableau on a pesé les poids des deux turbines dans l'usine B6.

	Prix (DH)	Poids (Kg)	Le prix au kilo (DH/Kg)
Turbine B de la pompe 8 pouces	525	2,805	187,17
Turbine B de la pompe 6 pouces	225	1,1	206,6
Moyenne = le prix de la turbine A de la pompe 10 pouce au kilo	$Moy = \frac{187,17}{206,6} = 195,6 \approx 196 \text{ DH/kg}$		

- Pour le prix au kilogramme de la fonte grise (Ft 25), mon encadrant qui me l'a donnée via ses fournisseurs et qui fait à-peu-près 23 DHs.
- En ce qui concerne les temps d'usinage des différents composants, on a essayé de les estimer.

<b>FICHE DE CALCUL DE PRIX DE REVIENT</b>
<b>POMPE NUE 10" 250 SA 5/10" 180 cv Actuelle</b>
<b>juin-11</b>

Taux Horaire dh/mn	
Usinage	2,50
Montage	1,00

Taux Horaire dh/mn	
Essai	1,50

Brute de fonderie	
euro	dhs
1,7	22,92

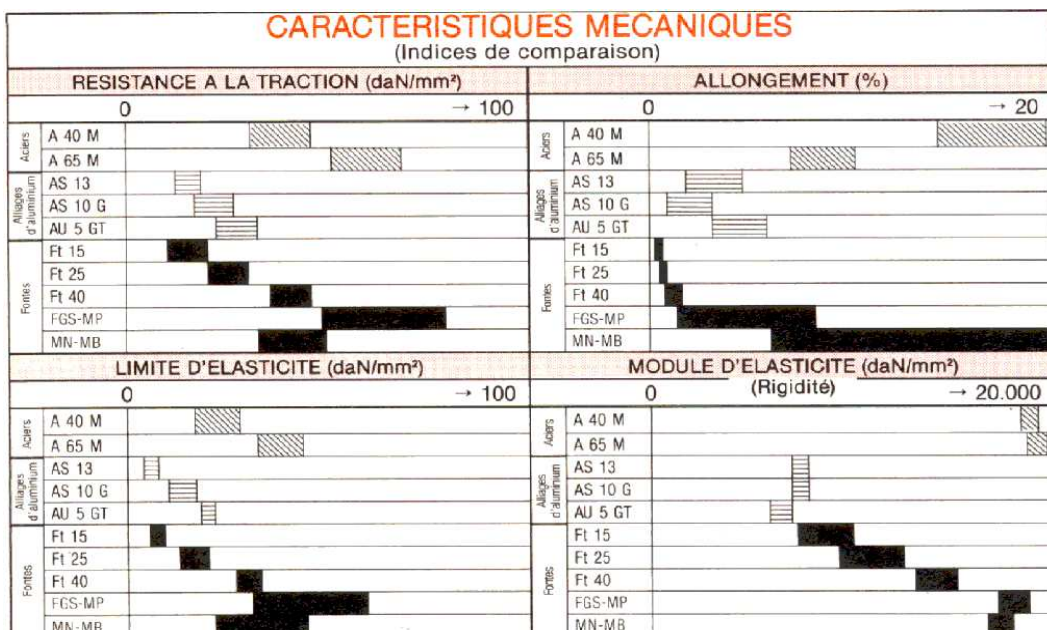
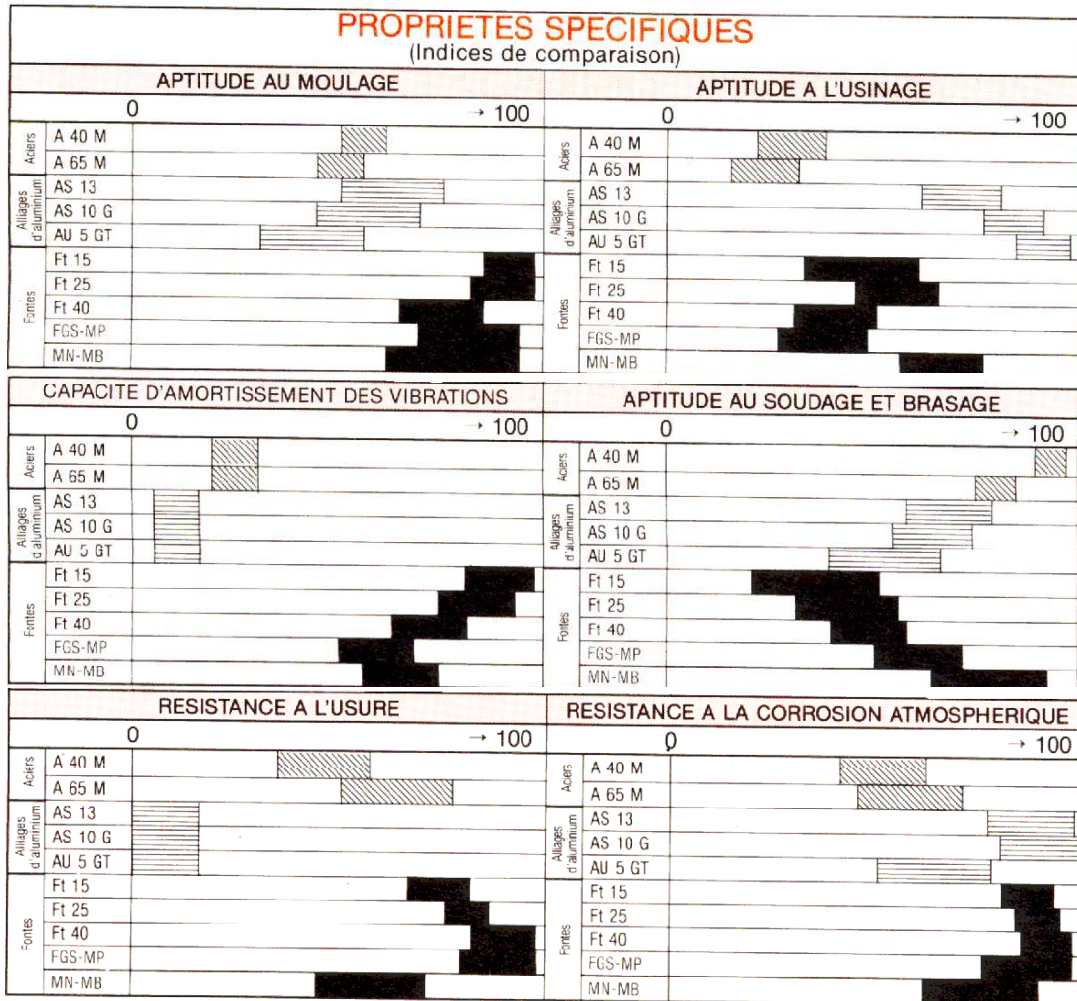
POS	DESIGNATION	COEF	MATIERE				TOTAL MP	MAIN D'ŒUVRE			PRIX DE REVIENT	
			Nuance	Poids	PU dh/kg	PR MP		Temps	PR MO	TOTAL MO	PR Unit.	PR. Tot.
1	Diffuseur 250 SA intermed.	4	Fonte	18,04	23,00	414,92	1659,68	60,00	150,00	600,00	564,92	2 259,68
2	Diffuseur 250 SA supérieur	1	Fonte	18,04	23,00	414,92	414,92	60,00	150,00	150,00	564,92	564,92
3	Turbine 250 SA	5	Bronze	3,96	196,00	776,16	3880,80	30,00	75,00	375,00	851,16	4 255,80
4	Chambre d'aspiration 250 S	1	Fonte	17,12	23,00	393,76	393,76	65,00	162,50	162,50	556,26	556,26
5	Corps clapet 250 S	1	Fonte	21,12	23,00	485,76	485,76	35,00	87,50	87,50	573,26	573,26
6	Arbre 10" 250 SA 5 (35mm)	1	420	8,23	40,00	329,08	329,08	240,00	600,00	600,00	929,08	929,08
7	Clapet 250S	1	Fonte	2,52	23,00	57,96	57,96	20,00	50,00	50,00	107,96	107,96
8	Arbre de guidage de clapet	1	420	0,75	40,00	30,00	30,00	10,00	25,00	25,00	55,00	55,00
9	Bague d'usure 250 SA	5	EPDM			140,00	700,00	0,00	0,00	0,00	140,00	700,00
10	Entretoise 35x40x120 intermed	4	Bronze			200,00	800,00	1,00	2,50	10,00	202,50	810,00
11	Entretoise 35x40x117,5 inférieur	1	Bronze			200,00	200,00	3,00	7,50	7,50	207,50	207,50
12	Entretoise 35x40x106,5 supérieur	1	Bronze			200,00	200,00	3,00	7,50	7,50	207,50	207,50
13	Ressort clapet	1	304L			40,00	40,00	0,00	0,00	0,00	40,00	40,00
14	Joint clapet	1	EPDM			30,00	30,00	0,00	0,00	0,00	30,00	30,00
15	Protège câble	1	304L			140,00	140,00	0,00	0,00	0,00	140,00	140,00
16	Collier de protège câble	1	304L			20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00
117	Crépine 250 S	1	304L			150,00	150,00	0,00	0,00	0,00	150,00	150,00
18	Coussinet 10"	7				180,00	1260,00	0,00	0,00	0,00	180,00	1260,00
19	Accouplement 10"	1	420	3,36	40,00	134,40	134,40	30,00	75,00	75,00	209,40	209,40
20	Vis blocage accoupl. HC M6x6	2	Inox			0,38	0,76	0,00	0,00	0,00	0,38	0,76
21	Clavette 8x7x55	5	Inox			20,00	100,00	0,00	0,00	0,00	20,00	100,00



22	Clavette 10x8x80	1	Inox			20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00
23	Vis CHC M10x20	40	Inox			3,00	120,00	0,00	0,00	0,00	3,00	120,00
24	Vis HM6x12	6	Inox			1,00	6,00	0,00	0,00	0,00	1,00	6,00
25	Circlips	1	Inox			30,00	30,00	0,00	0,00	0,00	30,00	30,00
26	Clavette 8x7x50	1	Inox			20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00
27	Bride de refoulement 10"	1	Acier	7,63	40,00	305,20	305,20	15,00	37,50	37,50	342,70	342,70
28	Boulon M 10*50	8	Inox			7,70	61,60	0,00	0,00	0,00	7,70	61,60
29	Boulon M 18*60	4	Inox			22,51	90,04	0,00	0,00	0,00	22,51	90,04
30	Bride de logement du joint	1	Acier	5,65	40,00	226,00	226,00	15,00	37,50	37,50	263,50	263,50
31	Plaque signalitique	1	Inox			18,00	18,00	5,00	12,50	12,50	30,50	30,50
32	Montage pompe nue	1				0,00	0,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
						<b>Total MP</b>	<b>11 923,96</b>		<b>Total MO</b>	<b>3650,00</b>	<b>Total PR</b>	<b>14 715,96</b>
						% - PR	83,55%		% - PR	16,45%	% - PR	100,00%
						MP Fonte	6834,92				<b>PR</b>	
						% - PR	48,62%				<b>Rovatti</b>	27 000,00
						MP autres	4 909,04				% - PR	47,27%
						% - PR	34,92%					
33	Montage moteur	1				0,00	0,00	<b>45,00</b>	45,00	45,00	45,00	45,00
34	Essai et finition	1				0,00	0,00	<b>30,00</b>	45,00	45,00	45,00	45,00
35	Caisse emballage	1				<b>475,00</b>	475,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00	475,00	475,00
36	Moteur 10" 180 cv ( 130 kw )	1				<b>44641,43</b>	44641,43	<b>0,00</b>	0,00	0,00	44641,43	44 641,43
						<b>PR MP</b>	<b>56 860,39</b>		<b>PR MO</b>	<b>2 402,50</b>	<b>PR / PV</b>	<b>59 442,89</b>
						%	95,95%		%	4,05%	% -	100,00%
								<b>Prix de vente</b>	<b>80000,00</b>		<b>marge</b>	34,58%

## IV. CHOIX DE MATERIAU :

- **Livre :** construction industrielle pages 66 et 67.



D'après les propriétés spécifiques des matériaux les plus utilisés dans le domaine de fonderie et aussi dans le domaine industriel, on remarque que la fonte et spécifiquement la fonte grise Ft 25 a les meilleures propriétés spécifique et particulièrement au niveau de l'aptitude au moulage et l'aptitude à l'usinage qui nous intéresse et aussi il est le moins chère.

Enfinement d'après la comparaison des différents paramètres, on conclut que la fonte grise Ft 25 est le plus convenable pour le moment au niveau économique et aussi au niveau technique.

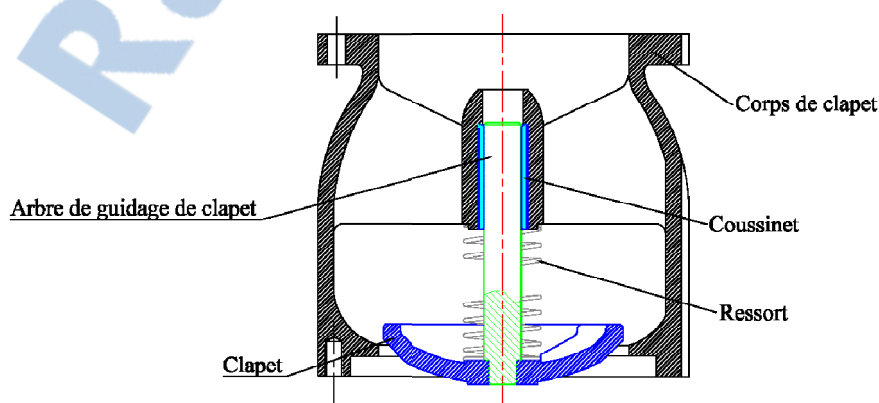
N.B : il y a des composants dans la pompe où le matériau est imposé par le client comme la turbine que le client impose que ce soit du bronze.

## **V. L'OPTIMISATION DIFFERENTS ENSEMBLES DE LA POMPE IMMERGEE :**

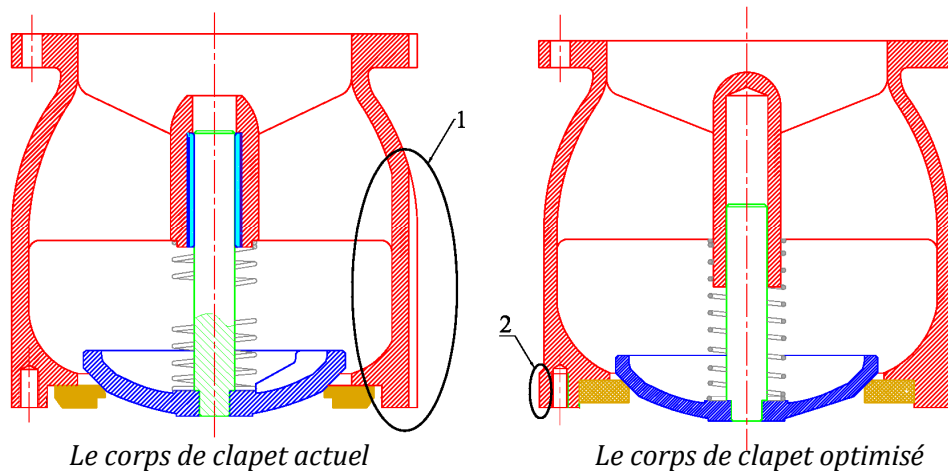
### **1. ENSEMBLE CORPS DE CLAPET :**

Cet ensemble se constitue principalement par quatre éléments :

- Corps de clapet ayant comme fonctionnement le guidage de flux de l'eau et il considère comme un bâti pour les autres composants.
- Coussinet est un mécanisme de liaison servant à guider et à supporter des organes en mouvement.
- Le clapet est un dispositif mécanique qui permet de s'opposer au passage d'un fluide dans un conduit.
- Ressort est un organe ou pièce mécanique qui utilise les propriétés élastiques de certains matériaux pour absorber de l'énergie mécanique, produire un mouvement, ou exercer un effort ou un couple, dans notre cas il sert à retourner le clapet à son état initial.



✓ **SIMPLIFICATION DE CONCEPTION DE L'ENSEMBLE :**



Dans la conception du corps de clapet actuel, on remarque que les deux côtés ne sont pas symétriques comme il montre le dessin ci-dessus (la partie 1 qui est entouré), la partie 1 est faite pour le passage de câble, par contre dans la nouvelle conception on a essayé d'éviter que les deux côtés de la pièce ne soit pas symétriques afin de simplifier la fabrication de moule ce qui va réduire le coût d'obtention de cette pièce, en plus de ça on a ajouté un bossage de passage de câble afin de se différencier avec la conception de nos concurrents.

Et en plus on sait que la fonte grise a une bonne résistance à l'usure par frottement, par conséquent on a éliminé le coussinet qui se trouve dans la conception actuelle.

✓ **CALCUL PAR LES ELEMENTS FINIS**

Avant d'entamer le calcul par les éléments finis via le logiciel COSMOSXpress, on doit savoir les caractéristiques mécaniques du matériau utilisé, la pression maximale exercée sur les différents composants et enfin le facteur de sécurité qu'on va appliquer lors de notre calcul.

• **LES CARACTERISTIQUES MECANIQUE DU MATERIAU :**

Donc en ce qui concerne le matériau utilisé, d'après le responsable de la production, c'est la fonte grise dont la désignation alphanumérique est Ft 25 qui est une ancienne désignation.

- **Livre :** Memotech (conception et dessin) page 381

Données

### Désignation alphanumérique des métaux et alliages (suite)

#### 18.2.2. FONTES

##### Fontes non alliées

**- Fonte à graphite lamellaire (NF A 32-101) de juin 87 (anciennes fontes grises, Ft 15 ...)**

Eprouvette prélevée dans un échantillon attachant

FGL

250

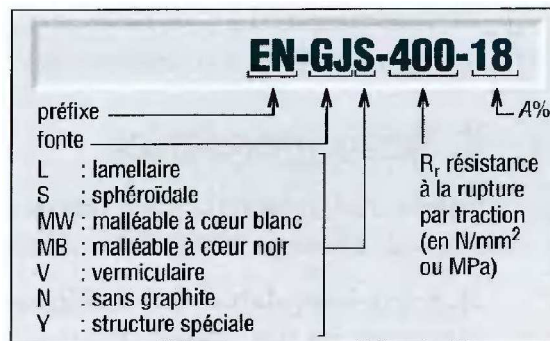
A

Rm mini = 250 MPa

Ce sont des fontes dans lesquelles le graphite libre est présent sous forme de lamelles. La matrice est de type perlitique. La désignation comprend :

- Les lettres FGL (anciennement Ft)
- La résistance à la traction Rm minimale en MPa (N/mm<sup>2</sup>), pour des éprouvettes ø 20mm usinées dans un échantillon de ø 30mm, coulé à part (sans le symbole A).
- Dans le cas où l'essai de traction est effectué sur éprouvettes usinées dans un échantillon attachant ou adhérent à la pièce, la désignation est complétée par la lettre A.

- **Cours de construction mécanique :**



Fontes à graphite lamellaire EN-GJL

Fontes à graphite sphéroïdale EN-GJS

Fontes malléables EN-GJMW, EN-GJMB

- **Livre :** guide de dessinateur (chevalier édition 2004) page

### 81.11 Fontes à graphite lamellaire

**Désignation numérique**  
Après le préfixe EN, les fontes sont désignées par le symbole JL suivi d'un code numérique.

**EXEMPLE** EN-JL 1010.

**Désignation symbolique**  
Après le préfixe EN, les fontes sont désignées par le symbole GJL suivi de la valeur en mégapascals\* de la résistance minimale à la rupture par extension.

**EXEMPLE** EN-GJL 100.

Fontes à graphite lamellaire		
Numérique	Symbolique	Emplois
EN-JL 1020	EN-GJL-100	Bonne moulabilité – Bonne usinabilité.
EN-JL 1020	EN-GJL-150	Bonne résistance à l'usure par frottement.
EN-JL 1030	EN-GJL-200	Bon amortissement des vibrations.
EN-JL 1040	EN-GJL-250	Bonnes caractéristiques mécaniques et frottantes – Bonne étanchéité
EN-JL 1050	EN-GJL-300	(blocs moteurs, engrenages...).
EN-JL 1060	EN-GJL-350	

- **Livre :** construction mécanique pages 51 et 52

■ **Les fontes**

• **Fonte grise non alliée**

	$R_{eN}/mm^2$	$R_{mN}/mm^2$	A %	Dureté
<b>Ft 15</b>	135	150	1	HB = 160
<b>Ft 20</b>	180	200	1	HB = 180
<b>Ft 25</b>	225	250	1	HB = 190

*Utilisations :* Toutes applications courantes. Couters. Bâtis de machines (capacités d'amortissement), chariots de machines outils, marbres de traçage...

	$R_{eN}/mm^2$	$R_{mN}/mm^2$	A %	Dureté
<b>Ft 30</b>	270	300	0,5	HB = 205
<b>Ft 35</b>	315	350	0,5	HB = 230
<b>Ft 40</b>	360	400	0,5	HB = 250

*Utilisations :* Résistent bien à l'usure par frottement. Blocs-cylindres de moteurs, boîte de vitesse, engrenages, robinets et vannes.

- **Livre :** Memotech (conception et dessin) page 381

18.11. Choix d'une fonte										
18.11.1. Propriétés recherchées et emploi (à partir de données du CIFOM)										
Nuances	Norme (AFNOR)	Propriétés recherchées	Principaux emplois							
<b>Fontes non alliées</b>										
Type "Album"		Excellente coulabilité Bel aspect, bonne rigidité.	Pièces minces de grandes dimensions : baignoires, balcons, grilles, radiateurs, trémies ...							
A graphite lamellaire FGL 150	NF A 32-101	Très bonne usinabilité. Bonne étanchéité, bonne résistance à l'usure par frottement.	Mécanique générale, machines agricoles, travaux publics : bagues, boîtiers, brides, bâtis, berceaux, marbres, poulies, roues ... Automobiles, compresseurs, moteurs, tracteur : blocs-cylindres, boîtes de vitesses, corps divers, culasses de moteurs, cylindres divers, freins, pistons, poulies, turbines, variateurs.							
FGL 200										
FGL 250		Très bonne usinabilité. Bonne résistance à l'usure par frottement.	Machines outils, matériel hydraulique et pneumatique : bâtis, chemises de moteurs, corps, couronnes dentées, distributeurs hydrauliques, engrenages, mandrins de tours, pignons, poulies, volants...							
FGL 300		Bonnes caractéristiques mécaniques. Bonne résistance à l'usure par frottement.								
FGL 350										
FGL 400										
Choix d'une fonte (suite)										
18.11.2. Principales fontes (à partir de données du CIFOM)										
Nuances	Propriétés Physiques			Caractéristiques mécaniques (2)						
	Masse volumique g/cm <sup>3</sup>	Conductivité thermique W.m <sup>-1</sup> .°C <sup>-1</sup>	Dilatation lin. (x 10 <sup>6</sup> .°C <sup>-1</sup> ) (à 20)	R (MPa)	Rp0,2 (MPa)	A (%)	HB	Résist. à la compression (MPa)	Limite de fatigue (MPa) (1)	Module d'élasticité x 10 <sup>4</sup> (MPa)
<b>Fontes non alliées</b>										
Type "Album"	7,1 - 7,3	49 - 52,5	10	150 - 250	98	0,8	200-270	600-840	70-115	9 - 11
A graphite lamellaire FGL 150	7,05	52,5	10	150	98	>0,8	125-205	600	68	9-12
FGL 200	7,15	51	10	200	130	>0,8	150-230	720	90	10-13
FGL 250	7,2	49	10	250	165	>0,8	180-250	840	115	11-14
FGL 300	7,25	47,5	10	300	195	>0,8	200-275	960	135	12-15
FGL 350	7,3	45,5	10	350	230	>0,8	220-290	1 080	150	13-16
FGL 400	7,35	44	10	400	260	>0,8	245-320	1 200	152	14-16

Donc finalement les caractéristiques mécaniques de ce matériau est :

$R_{eN}/mm^2$	$R_{mN}/mm^2$	A %	Dureté
225	250	1	HB = 190

• **CHOIX DES COEFFICIENTS DE SECURITE**

Le coefficient de sécurité a pour but de prendre une marge de sécurité entre le calcul théorique et la réalité. Pour avoir une condition de résistance d'un matériau, on prend

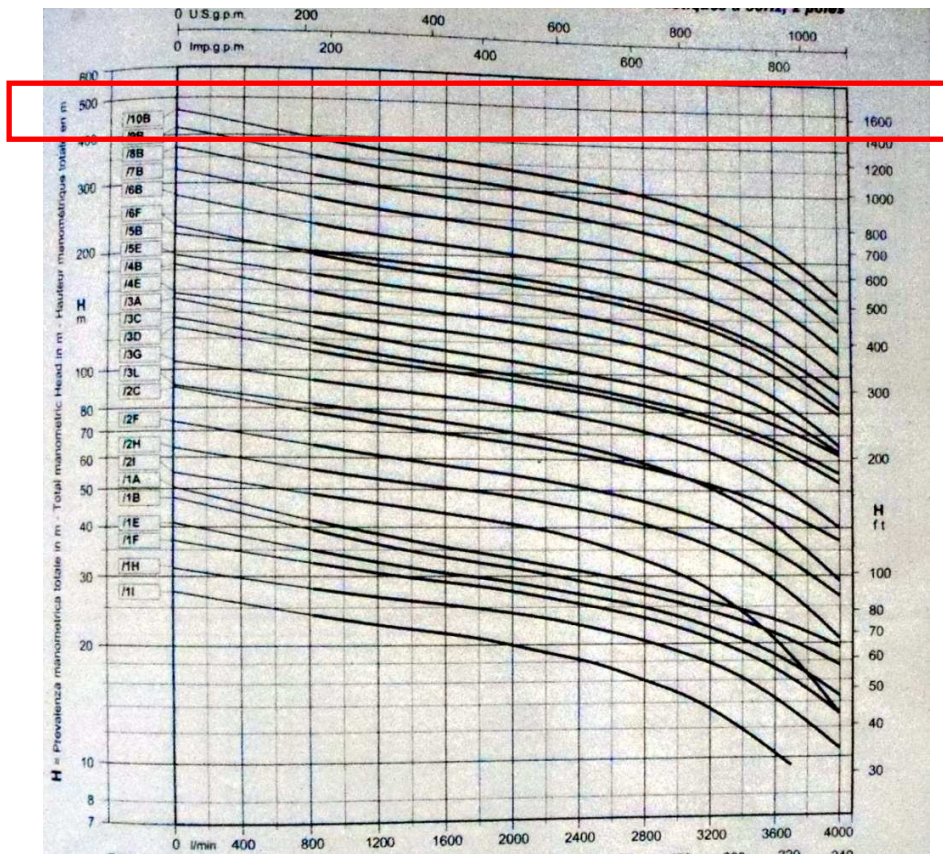
théoriquement une contrainte qui ne dépasse pas la limite élastique (pour éviter toute déformation plastique permanente). Mais dans la pratique, la limite élastique ne peut pas être exactement celle de la théorie, vu, qu'il y a des défauts dans la matière qui causent des contraintes supplémentaires.

- **1,5** : structure en acier, matériaux homogènes soumis à des charges constantes.
- **1,5 à 2** : matériaux plastiques, à charge constante, température normale ou constante.
- **2 à 2,5** : faible qualité, matériaux fragiles (ciments, briques, verres, fonte ...)  
conditions de travail normales
- **2,5 à 3** : faible qualité, conditions de travail instables

Donc dans notre cas on va prendre le facteur de sécurité est égale à  $FC = 2$ .

- **LA PRESSION APPLIQUEE :**

D'après le catalogue des points de fonctionnement de la société ROVATTI on a cherché la courbe qui présente une valeur maximale de la hauteur manométrique et qui est présenté dans le graphe ci-dessous :



## Conclusion

D'après le graphe, la hauteur manométrique maximale est égale à 500 m

Donc la pression maximale qu'on va appliquer dans notre dessin est égale à :

L'équation de Bernoulli

$$H = \frac{p}{\rho \cdot g}$$

Donc

$$p = H \cdot \rho \cdot g$$

La densité volumique de l'eau est :

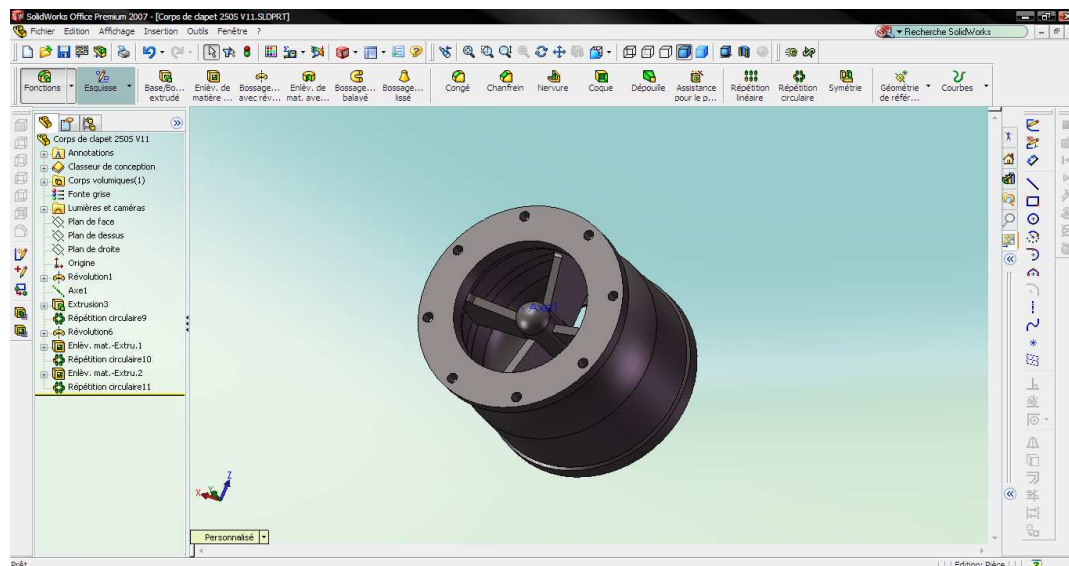
$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$p = 500 \times 1000 \times 10 = 5 \times 10^6 \text{ Pa} = 50 \text{ Bar}$$

- **LES RESULTATS DE CORPS DE CLAPET :**

Dans notre calcul de la résistance du matériau, on a utilisé COSMOSXpress qui est intégré dans le logiciel SolidWorks version 2007 et pour faire le calcul on a suivi les étapes suivantes :

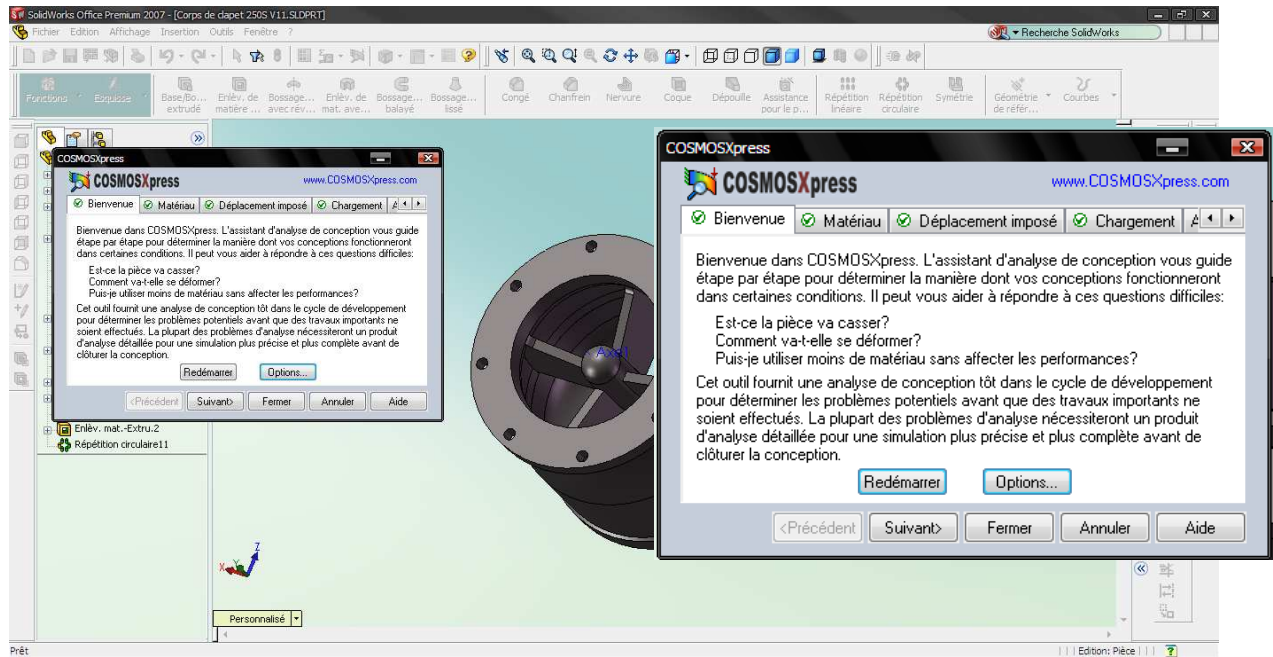
- Dans la première étape, on a importé le dessin 2D qui est fait dans l'AUTOCAD et qu'on a fait dans la partie de l'ingénierie inverse afin de le dessiner en 3D.



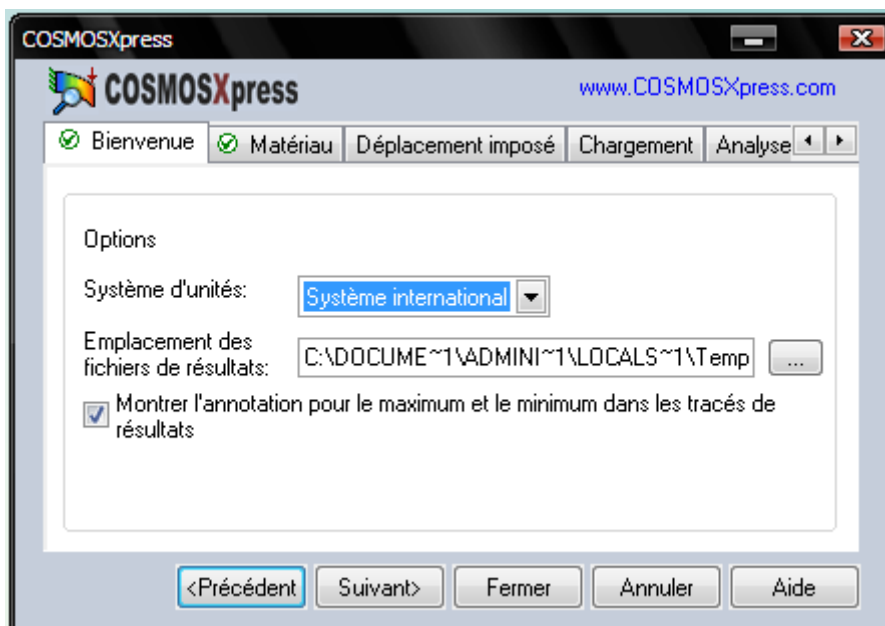
- Ensuite on a commencé notre calcul en cliquant sur l'icône de COSMOSXpress afin d'ouvrir la fenêtre de ce dernier comme montre l'image ci-dessous.



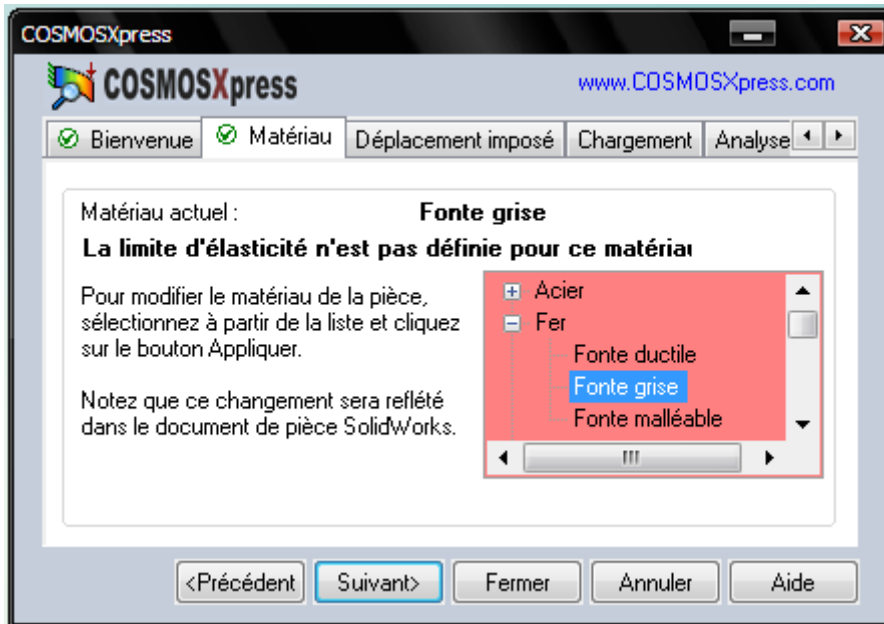
## Conclusion



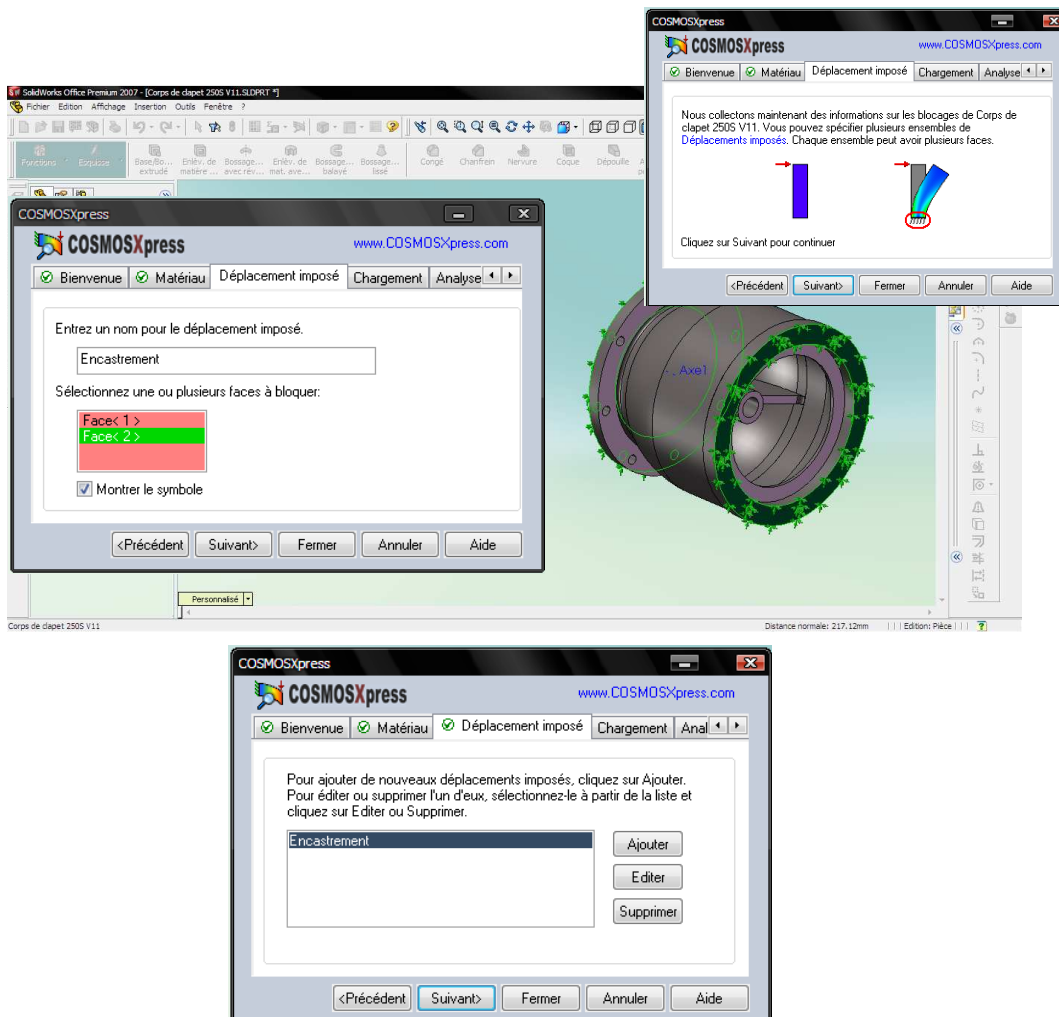
- Dans l'angle de Bienvenue de COSMOSXpress, on clique sur le bouton option afin de choisir le système international et l'emplacement des fichiers de résultats, et après on clique sur suivant pour passer à l'autre étape.



- Dans cette étape on va choisir le matériau qu'on va utiliser dans notre calcul qui est dans notre cas est la fonte grise comme montre l'image ci-dessous, puis on clique sur suivant pour passer à l'étape suivante.

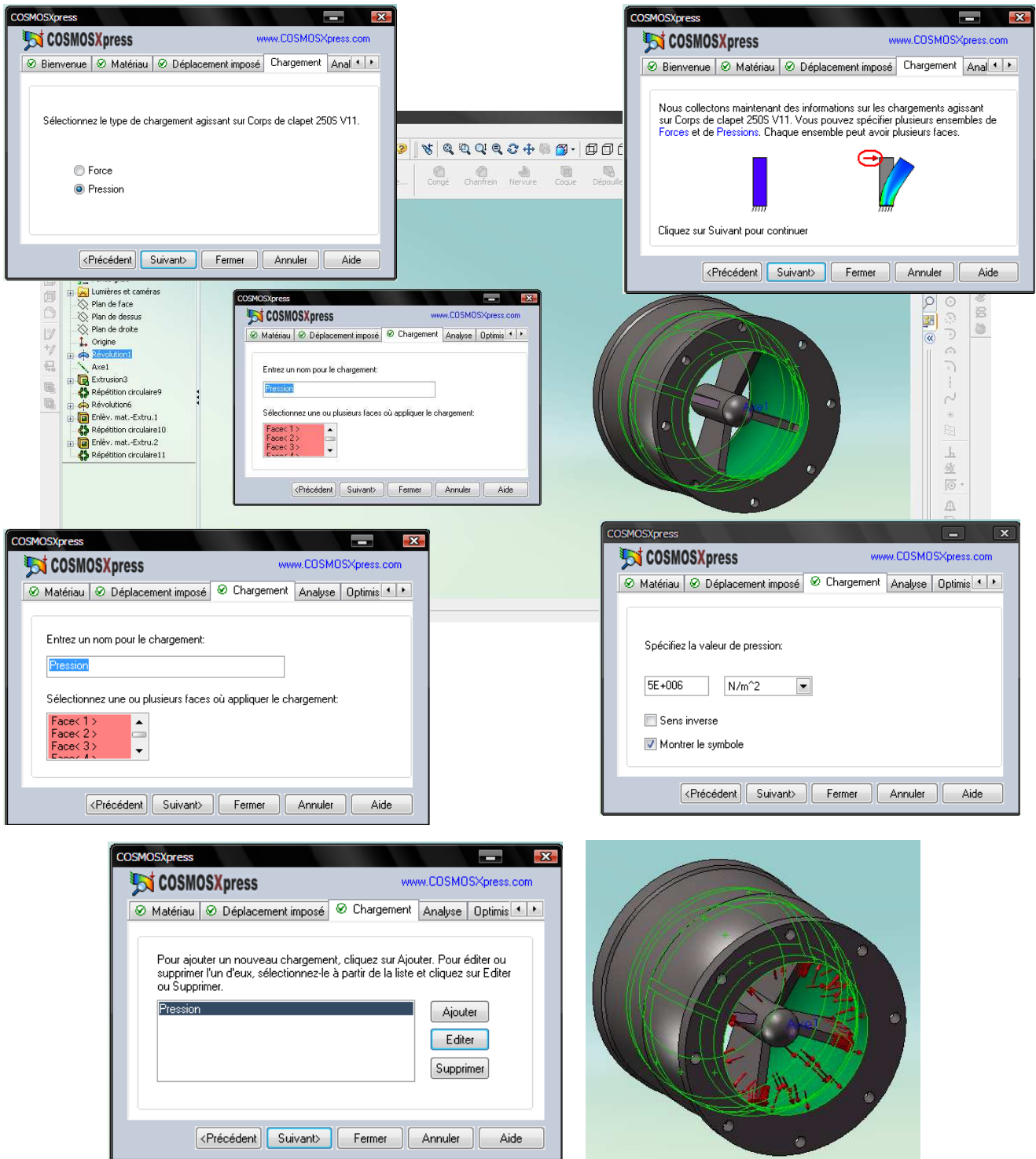


- Dans l'étape suivante, on va déterminer les déplacements imposés pour les différentes surfaces, qui sont dans notre cas des encastremets dans les surfaces d'assemblage.

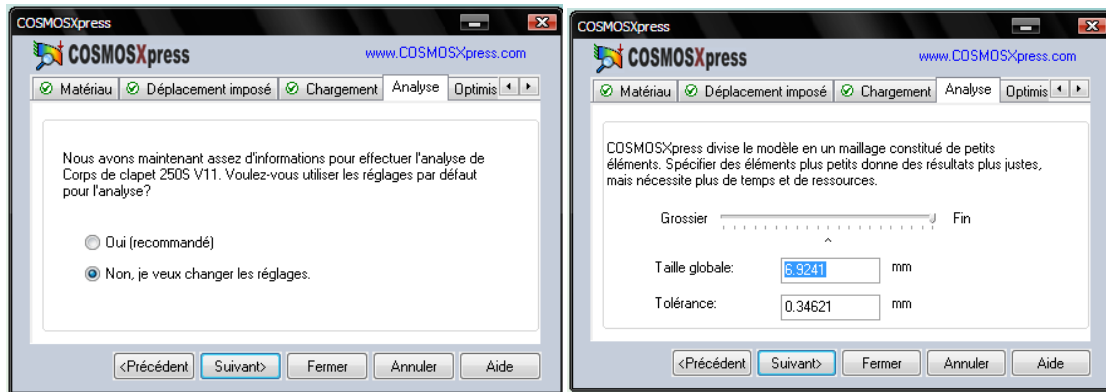


## Conclusion

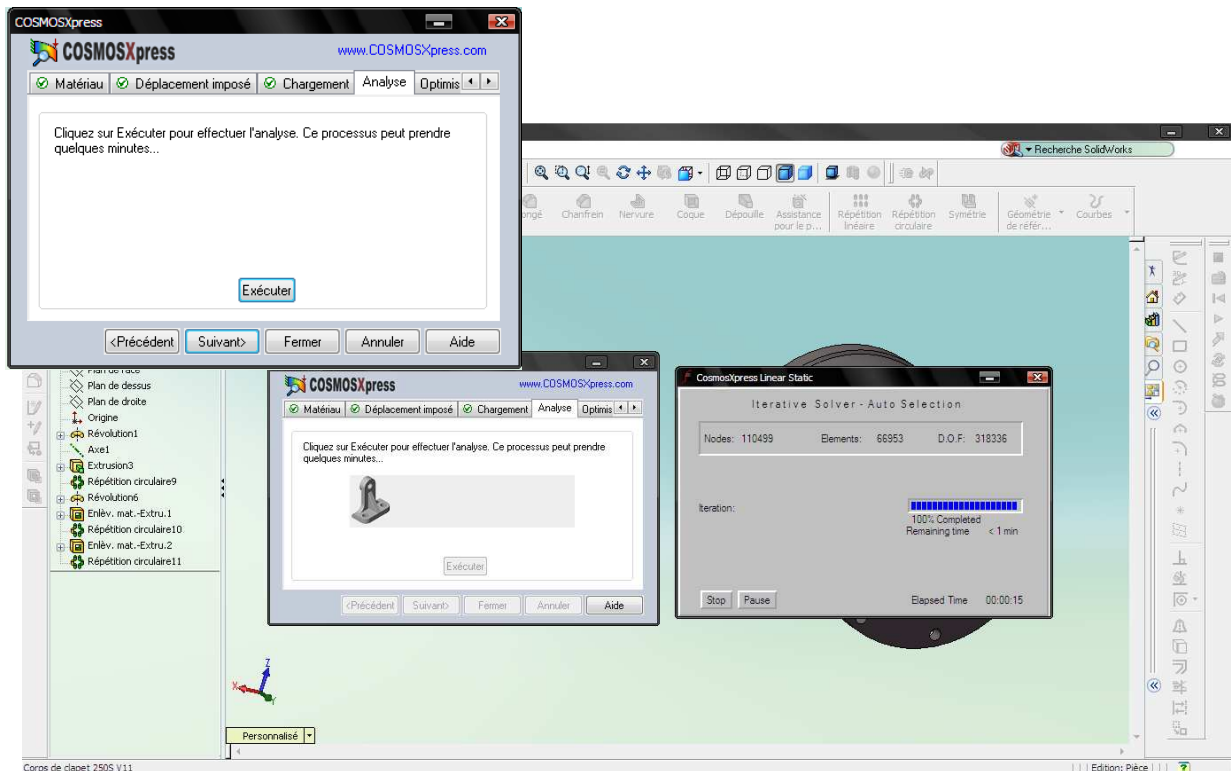
- Dans cette étape, on va déterminer les surfaces qu'on va appliquer sur elles la charge



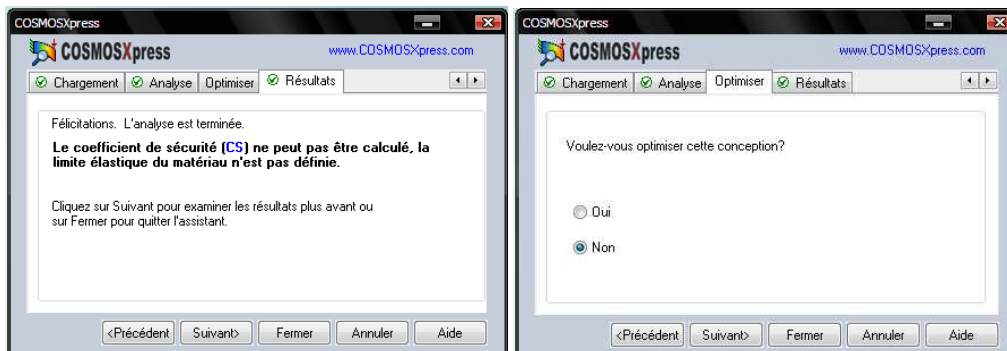
- Dans cette étape, on va déterminer les options de maillage et particulièrement le pas, sa taille globale et sa tolérance.

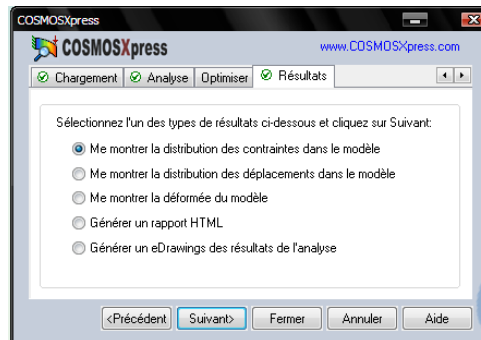


- Dans cette étape où on peut exécuter l'analyse de la pièce.



- Dans cette étape on peut récupérer les résultats soit sous forme vidéo ou soit sous forme HTML





➤ **LE RESULTAT DE COSMOSXpress :**

**Informations sur les fichiers**

Nom du modèle: Corps de clapet V1

Nom de l'étude: COSMOSXpressStudy

**Matériaux**

No.	Nom de la pièce	Matériaux	Masse	volumique
1	Corps de clapet V1	Fonte grise Ft 25	19.110 kg	0.00268437 m <sup>3</sup>

Nom de la propriété	Valeur	Unités
Module d'élasticité	6.6178e+010	N/m <sup>2</sup>
Coefficient de Poisson	0.27	NA
Module de cisaillement	5e+010	N/m <sup>2</sup>
Masse volumique	7200	kg/m <sup>3</sup>
Limite de traction	1.5166e+008	N/m <sup>2</sup>
Limite de compression	5.7217e+008	N/m <sup>2</sup>
Limite d'élasticité	165e+006	N/m <sup>2</sup>
Coefficient d'expansion thermique	1.2e-005	/Kelvin
Conductivité thermique	45	W/(m.K)
Chaleur spécifique	510	J/(kg.K)

**Propriété d'étude**

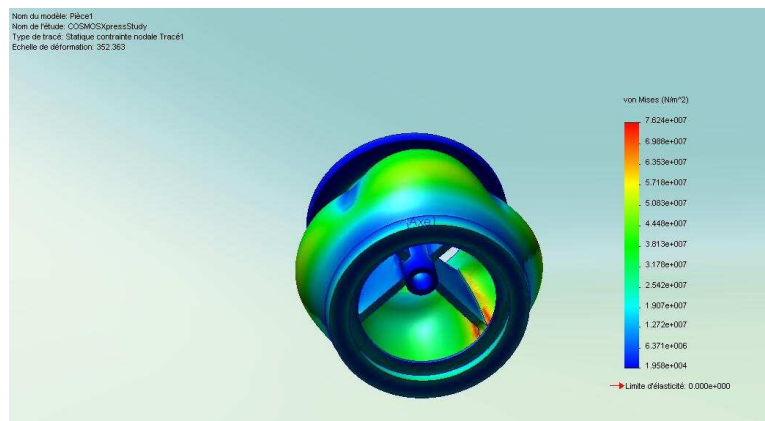
**Informations sur le maillage**

## Conclusion

Type de maillage:	Maillage volumique
Mailleur utilisé:	Standard
Vérif. du Jacobien:	4 Points
Taille de l'élément:	6.9503 mm
Tolérance:	0.34752 mm
Qualité:	Haute
Nombre d'éléments:	63869
Nombre de nœuds:	105231

## Contraintes

Nom	Type	Min	Emplacement	Max	Emplacement
Tracé 1	VON: contrainte de von Mises	19577.6 N/m <sup>2</sup>	(13720 mm, 473.73 mm, -2.55794 mm)	7.62354e+007 N/m <sup>2</sup>	(13831.3 mm, 385.23 mm, -8.38429 mm)



## Déplacements

Nom	Type	Min	Emplacement	Max	Emplacement
Tracé2	URES: Déplacement résultant	0 mm	(13721.6 mm, 496.076 mm, -80.5744 mm)	0.09366 mm	(13642.8 mm, 375.834 mm, -76.5254 mm)

➤ **L'OPTIMISATION :**

Après le calcul par les éléments finis, on passe au calcul des épaisseurs optimisées en se basant sur la contrainte maximale de Von Mises et la cotation des composants afin de calculer la côte optimisé par la règle de trois.

❖ Pour le corps de clapet, la contrainte maximale de Von Mises en fonction du pas de maillage est :

- Le pas fin :

$$\sigma_{Von1} = 7,561 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

- Le pas Moyenne :

$$\sigma_{Von2} = 7,26 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

- Le pas Grossier :

$$\sigma_{Von3} = 6,94 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

Donc la contrainte moyenne maximale de Von Mises est

$$\sigma_{Von moy} = \frac{\sigma_{Von1} + \sigma_{Von2} + \sigma_{Von3}}{3} \times 10^7$$

$$\sigma_{Von moy} = \frac{(7,561 + 6,94 + 7,26)}{3} \times 10^7$$

$$\sigma_{Von moy} = 7,25 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

D'où le facteur de sécurité est :

$$\delta = \frac{R_e}{\sigma_{Von moy}} = \frac{250 \times 10^6}{7,25 \times 10^7} = 3,4$$

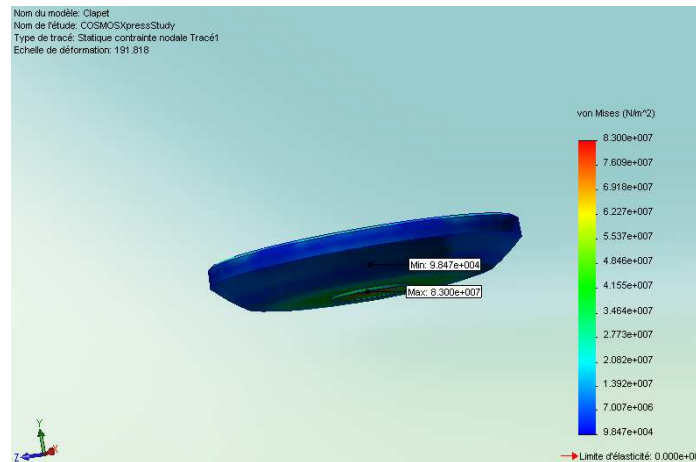
Donc l'épaisseur de la paroi qui est de 10 mm avec un facteur de sécurité de 2 est égale à

$$e = \frac{2 \times 10}{3,4} = 7,5 \text{ mm}$$

Donc la nouvelle épaisseur de la paroi du corps de clapet est égale à 7,5 mm.

## Conclusion

- ❖ Pour le clapet, la contrainte maximale de Von Mises en fonction du pas de maillage est :



- Le pas fin :

$$\sigma_{Von1} = 9,055 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

- Le pas Moyenne :

$$\sigma_{Von2} = 9,175 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

- Le pas Grossier :

$$\sigma_{Von3} = 8,3 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

Donc la contrainte moyenne maximale de Von Mises est

$$\sigma_{Von\ moy} = \frac{\sigma_{Von1} + \sigma_{Von2} + \sigma_{Von3}}{3} \times 10^7$$

$$\sigma_{Von\ moy} = \frac{(9,055 + 9,175 + 8,3)}{3} \times 10^7$$

$$\sigma_{Von\ moy} = 8,84 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

D'où le facteur de sécurité est :

$$\delta = \frac{R_e}{\sigma_{Von\ moy}} = \frac{250 \times 10^6}{8,84 \times 10^7} = 2,82$$

Donc l'épaisseur de la paroi qui est de 10 mm avec un facteur de sécurité de 2 est

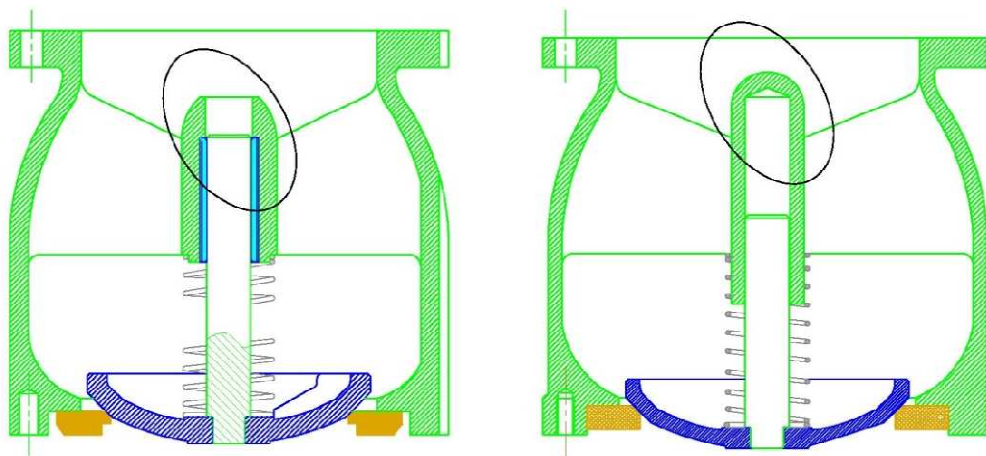


$$e = \frac{2 \times 10}{2,82} = 8 \text{ mm}$$

Donc la nouvelle épaisseur de la paroi du corps de clapet est égale à 8 mm.

✓ **PROBLEME DE BLOCAGE DE L'ARBRE DE CLAPET :**

Dans la conception actuelle du corps de clapet, Novelli Pumps a trouvé des difficultés au niveau de l'arbre de guidage qui se bloque à cause des grains de sable qui entrent entre l'arbre et l'alésage pour cela on a essayé de faire une couverture afin d'éviter l'entrée des grains comme montre l'image ci-dessous.

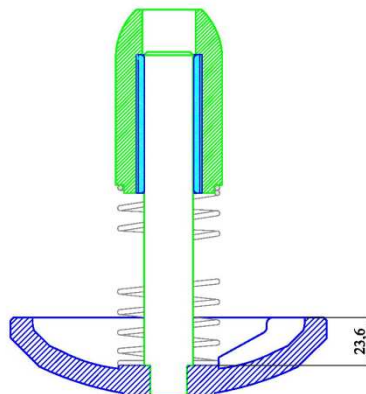


Pour faire la conception de la couverture, on a suivi les étapes suivantes :

- On a recherché dans la première étape l'appui du disque de clapet dans la phase de fermeture :

On a la course de l'arbre est égale à 60 mm

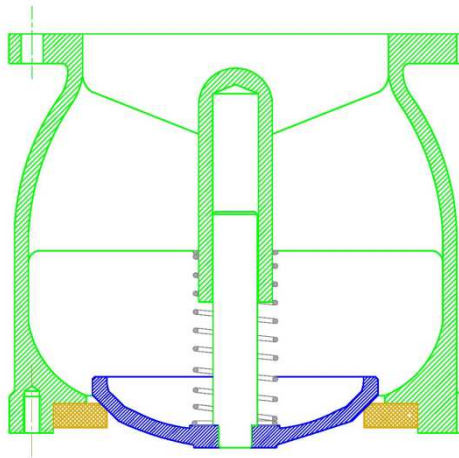
La distance entre le fond et l'extrémité de clapet est égale à 23,6 mm



La longueur du ressort comprimé est égale à 30 mm.

Donc l'appui de disque de clapet va être sur le ressort et en plus il faut que la longueur de l'arbre de guidage qui est dans l'alésage dans la phase de repos il doit être deux fois le diamètre de l'arbre.

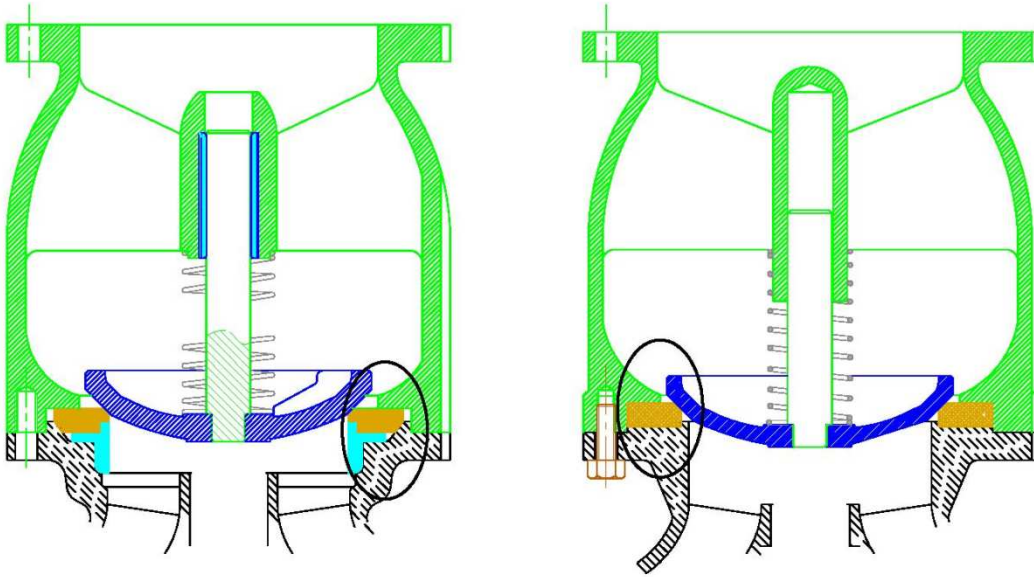
Donc on a essayé dans la nouvelle conception de réduire la longueur de l'arbre de guidage à la limite ( $L > 2d$ ) pour ne pas augmenter la longueur de corps de clapet et ensuite on a essayé d'augmenter la longueur d'alésage pour garder la course de la conception actuelle.



### ✓ **PROBLEME DE BLOCAGE DE L'ARBRE DE CLAPET :**

Dans la conception actuelle du corps de clapet, le joint du corps de clapet quitte sa place à cause de la grande pression appliquée sur lui.

Donc dans notre nouvelle conception, on a essayé d'augmenter la surface de contact du joint et de corps de clapet et on a essayé aussi d'emprisonner le joint en réalisant un logement de joint par une opération de dressage simple à réaliser et en éliminant la bride de logement du joint.



✓ **ANALYSE CONCURRENTIELLE (BENCHMARKING PRODUIT) :**

Le benchmarking produit est une technique de comparaison de la performance des produits. Cette performance peut-être fonctionnelle, économique, qualité, durabilité, sécurité...

L'objectif du benchmarking produit est de découvrir les meilleures pratiques économiques, et fonctionnelles pour les adapter aux produits de l'entreprise, et ainsi prendre de l'avance sur la concurrence, sans refaire les expériences qu'on fait les autres.

Les résultats sont :

- L'entreprise connaît son marché sur des faits – positifs ou négatifs. Les commerciaux développent une argumentation plus percutante.
- Elle développe de nouveaux produits intégrant les meilleures pratiques industrielles du moment. Elle rend de meilleurs services à ses clients.
- Elle a la possibilité de breveter les nouvelles idées qui vont émerger. Elle reprend le leadership sur son marché. Elle améliore son image de marque.
- L'entreprise réduit ses coûts de revient. Elle améliore sa rentabilité, sa capacité à investir et se développer.
- Elle fait un investissement relativement faible pour un retour important en termes d'image, de réduction des coûts, de progrès. L'entreprise fait un « bond technologique ».

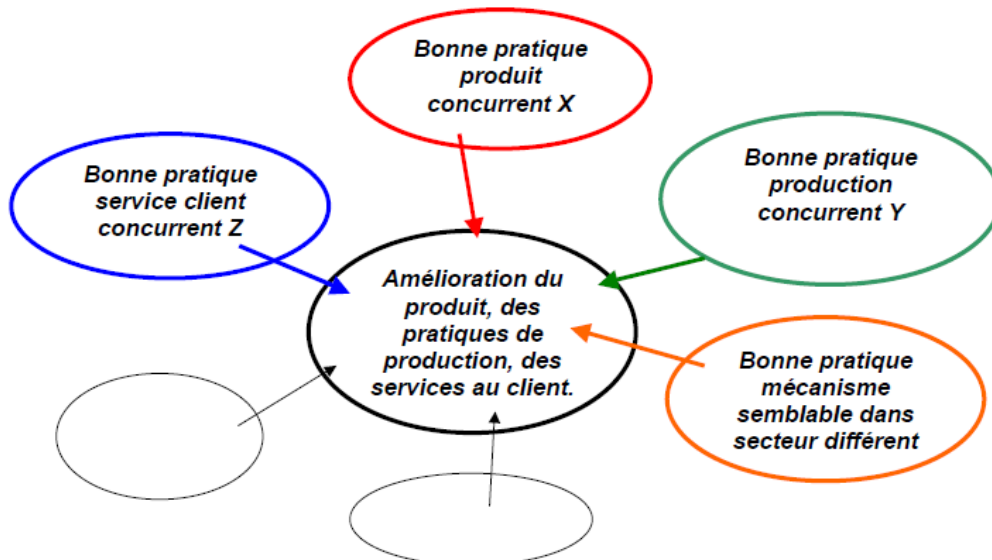


Figure : De multiples enrichissements naissent de la comparaison.

Le benchmark est une méthode d'évaluation organisationnelle : il s'agit de comparer et mesurer certains éléments de ses processus à ceux de ses « concurrents » afin d'en dégager des différences, d'identifier les causes pour se perfectionner.

➤ **SYSTEME DE CLAPET ANTI-RETOUR :**

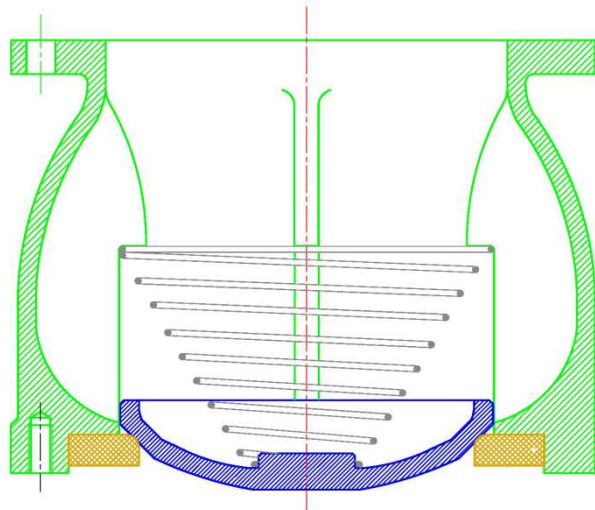
Dans le tableau ci-dessous, on trouve les deux systèmes de clapet anti-retour, le premier système est utilisé par Grundfos qui est une société concurrentielle de la société Novelli, et l'autre système est celui qui est utilisé par Novelli pumps.

GRUNDFOS	Actuel
	

Dans le premier système de Grundfos on remarque que le disque clapet ne dispose pas d'un arbre de guidage ni d'une ressort, mais il dispose des ailettes de guidage, par contre dans la conception actuelle l'ensemble corps de clapet, on trouve une ressort, un arbre de guidage et aussi des supports de l'alésage de l'arbre de guidage.

Donc l'ensemble de corps de clapet de GrundFos est plus économie que celui actuelle, car il nous permet d'éliminer des nombreuses pièce comme l'arbre de guidage, le ressort, l'alésage de l'arbre de guidage et aussi la course de l'arbre de guidage ce qui va nous aider à réduire le poids du corps de clapet.

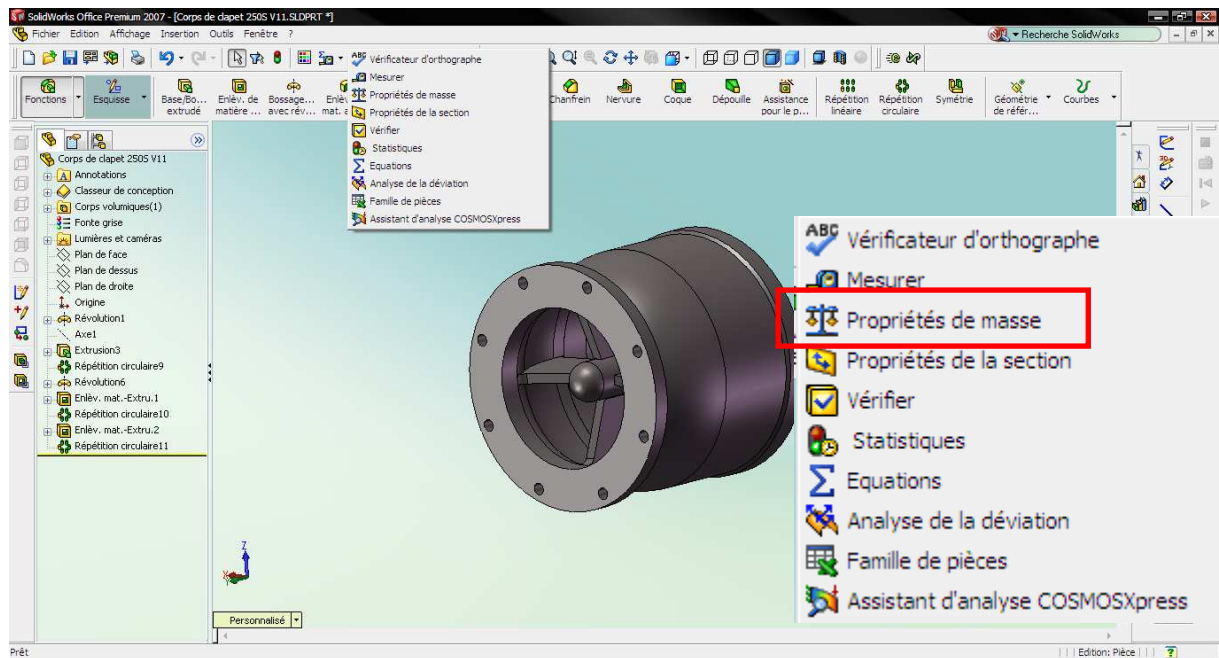
Donc la nouvelle conception qu'on a pu retirer de benchmarking produit est la suivante :



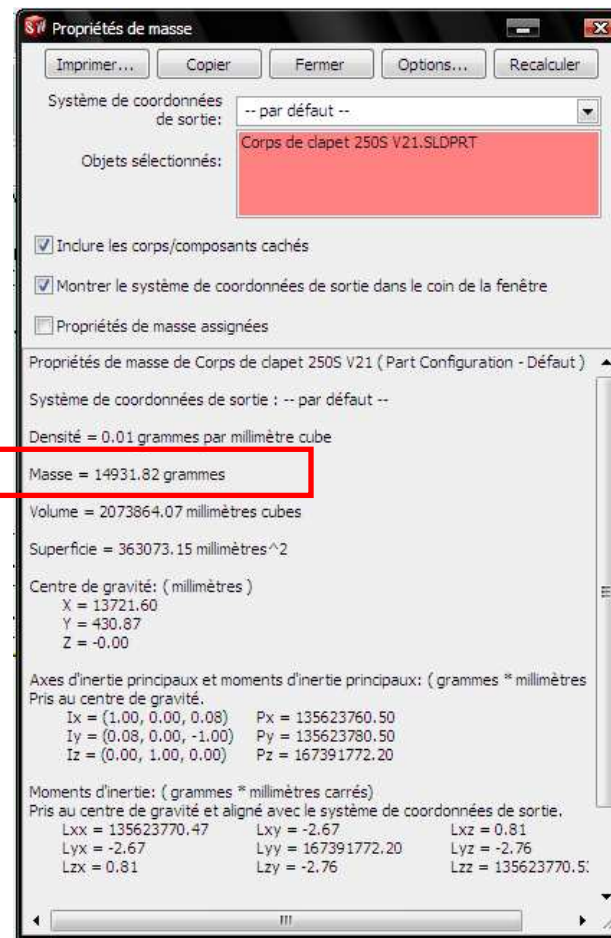
### ✓ **CALCUL DE LA MASSE :**

Pour calculer la masse des pièces optimisée, on suit les étapes suivantes :

- Dans la première étape, on ouvre le dessin de la pièce qu'on veut savoir son poids, puis on clique sur l'icône des commandes des outils, ensuite il va s'ouvrir une liste des outils comme montre l'image ci-dessous où on choisit l'outil de propriétés de masse.



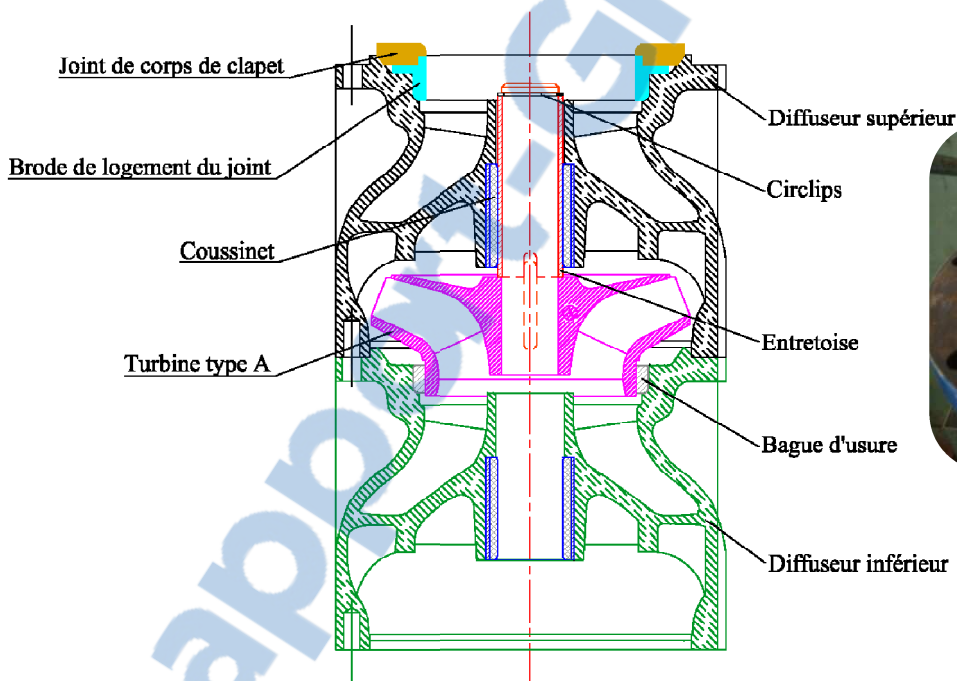
- Finalement il va s'ouvrir une fenêtre qui contient toutes les informations sur la pièce (la densité, la masse, le volume, le centre de gravité ...)



## 2. ENSEMBLE TURBINE- DIFFUSEUR :

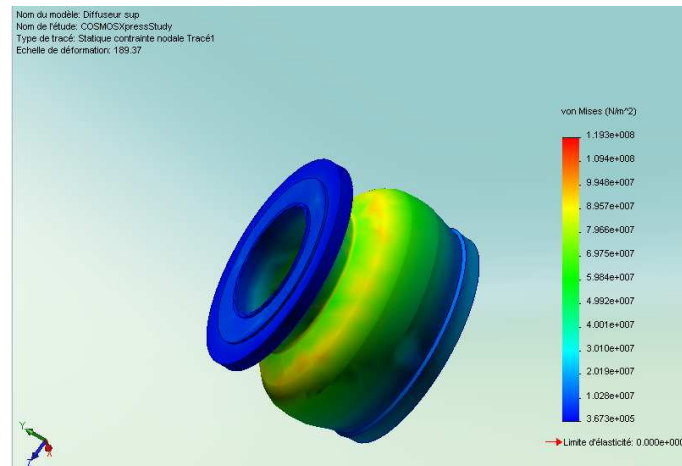
Cet ensemble se constitue principalement par quatre éléments :

- Diffuseur est le corps de pompe, qui constitue l'élément fixe de cette dernière.
- Coussinet est un mécanisme permettant une combinaison parfaite des fonctions du guidage de l'arbre.
- Turbine est un dispositif mécanique constitue l'élément mobile de la pompe. Elle communique au liquide une partie de l'énergie cinétique transmise par arbre par l'intermédiaire de ses ailettes.
- Entretoise est une pièce rigide qui relie deux turbines et les maintient dans un écartement fixe.
- Clavette permet de rassembler les divers composants de montage mécanique assurant une liaison en rotation entre les pièces à assembler



### ✓ CALCUL PAR LES ELEMENTS FINIS

- ❖ Pour le diffuseur, la contrainte maximale de Von Mises en fonction du pas de maillage est :



- Le pas fin :

$$\sigma_{Von1} = 12,055 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

- Le pas Moyenne :

$$\sigma_{Von2} = 11,93 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

- Le pas Grossier :

$$\sigma_{Von3} = 11,22 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

Donc la contrainte moyenne maximale de Von Mises est

$$\sigma_{Von\ moy} = \frac{\sigma_{Von1} + \sigma_{Von2} + \sigma_{Von3}}{3} \times 10^7$$

$$\sigma_{Von\ moy} = \frac{(12,055 + 11,93 + 11,22)}{3} \times 10^7$$

$$\sigma_{Von\ moy} = 11,73 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

D'où le facteur de sécurité est :

$$\delta = \frac{R_e}{\sigma_{Von\ moy}} = \frac{250 \times 10^6}{11,73 \times 10^7} = 2,13$$


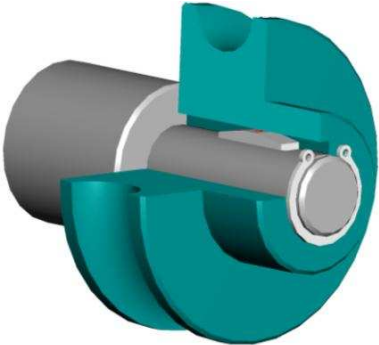
Donc on va garder la même épaisseur qui est 7,5 mm.

✓ **ANALYSE CONCURRENTIELLE (BENCHMARKING PRODUIT) :**

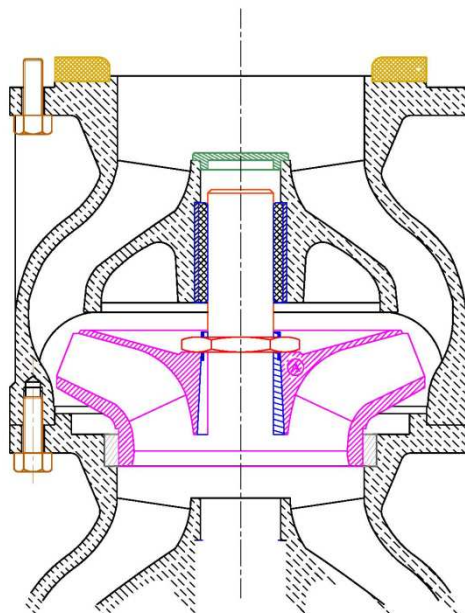
➤ **SYSTEME D'ENTRAÎNEMENT**



Le tableau suivant montre le système d'entraînement pour GrundFos et celui de Novelli :

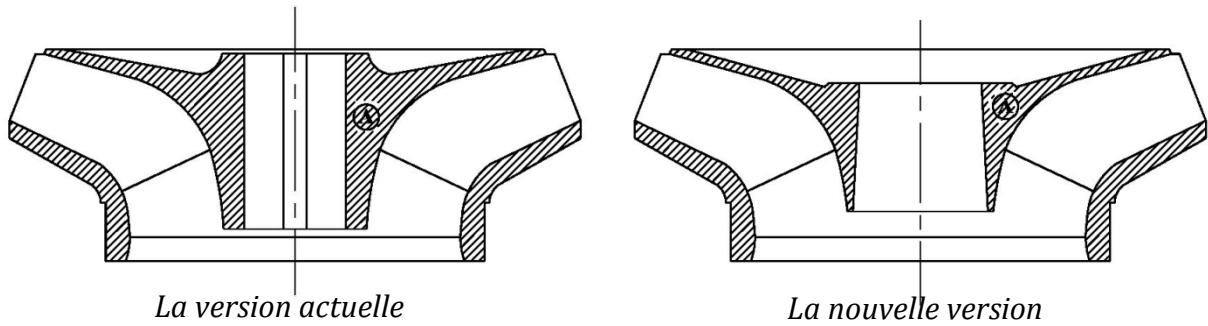
GRUNDFOS	NOVELLI
	

Dans le système d'entraînement de Novelli, son point faible est dans la réalisation des rainures de clavette qui demande beaucoup de temps presque 40 min pour la réalisation d'un seul rainure, par contre celui de GrundFos ne demande aucune opération de tournage ou de fraisage afin de pouvoir le monter et en plus de même efficacité du système d'entraînement par clavette, en conséquence le système d'entraînement de GrundFos est plus économique au niveau du temps d'usinage et même au niveau de la matière première parce qu'on va plus besoin des entretoises.



Donc le système d'entraînement par cône, on va nous permettre de réduire les épaisseurs qui sont conçues pour le montage des entretoises dans les turbines donc la nouvelle conception de la turbine est :



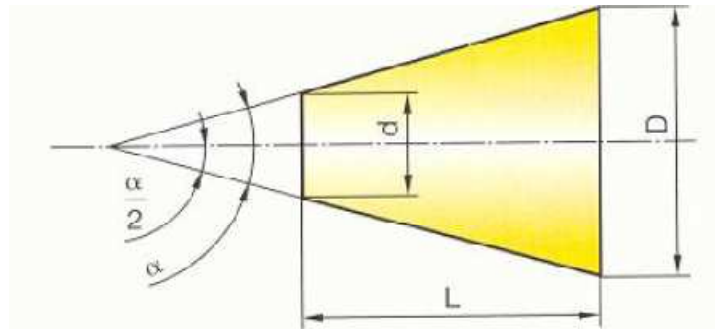


• **CALCUL DE CONICITE DE SYSTEME D'ENTRAINEMENT :**

Calcul de la conicité de GRUNDFOS :



On a mesuré les différentes côtes du cône de cette société et on a trouvé



- Diamètre extérieur du cône  $D = 27 \text{ mm}$
- Diamètre intérieur du cône  $d = 25,4 \text{ mm}$
- La longueur du cône  $L = 16 \text{ mm}$

Donc la conicité de ce cône est égale à :

$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2}.$$

$$C = \frac{D - d}{L} = \frac{27 - 25,4}{16} = 10\%$$

D'après le guide de dessinateur (tableau des valeurs recommandées page 92), l'angle formé par les deux génératrices d'intersection de la surface conique est égale à :

$$C = 10 \% \quad \Rightarrow \quad \alpha = 5^{\circ}43'29''$$

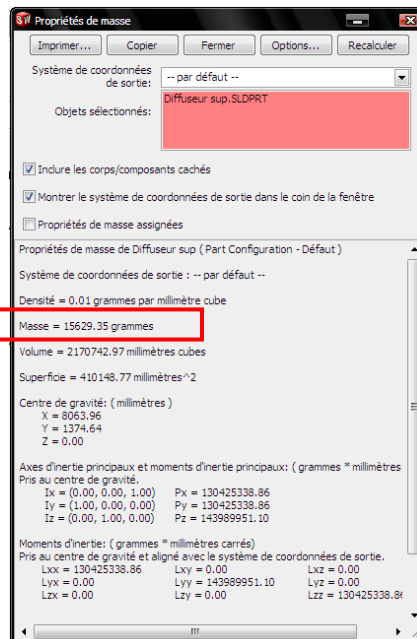
Valeurs recommandées			
$\alpha$	C	%	Nombre
0° 6' 52''	1:500	0,2 %	0,002
0° 17' 11''	1:200	0,5 %	0,005
0° 34' 23''	1:100	1 %	0,01
1° 8' 45''	1:50	2 %	0,02
2° 51' 51''	1:20	5 %	0,05
5° 43' 29''	1:10	10 %	0,10
11° 25' 16''	1:5	20 %	0,20
18° 55' 29''	1:3	33,3 %	0,333
30°	1:1,866	53,6 %	0,536

L'application des différentes valeurs de conicité :

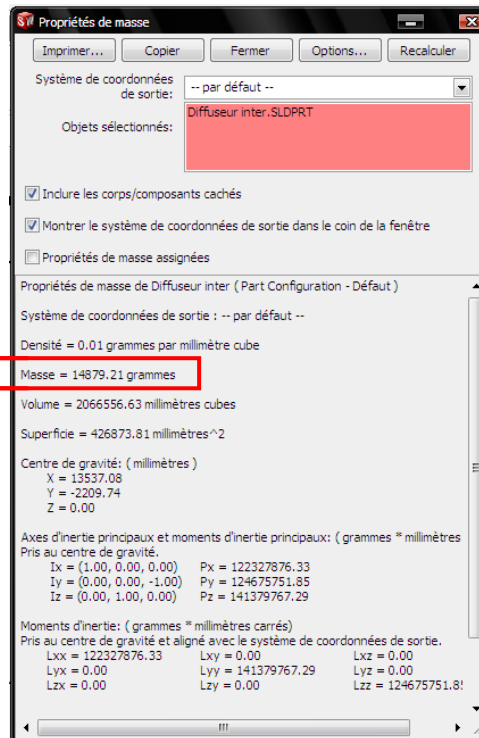
C	%	Application
1:50	2 %	Coincement – Entraînement par adhérence.
1:20	5 %	Blocage forcé, éventuellement entraînement par adhérence. Démontage avec extracteur.
1:10	10 %	Démontage assez difficile à la main.
1:15	20 %	Démontage très facile à la main.

✓ **CALCUL DE LA MASSE :**

- La masse pour le diffuseur supérieur :



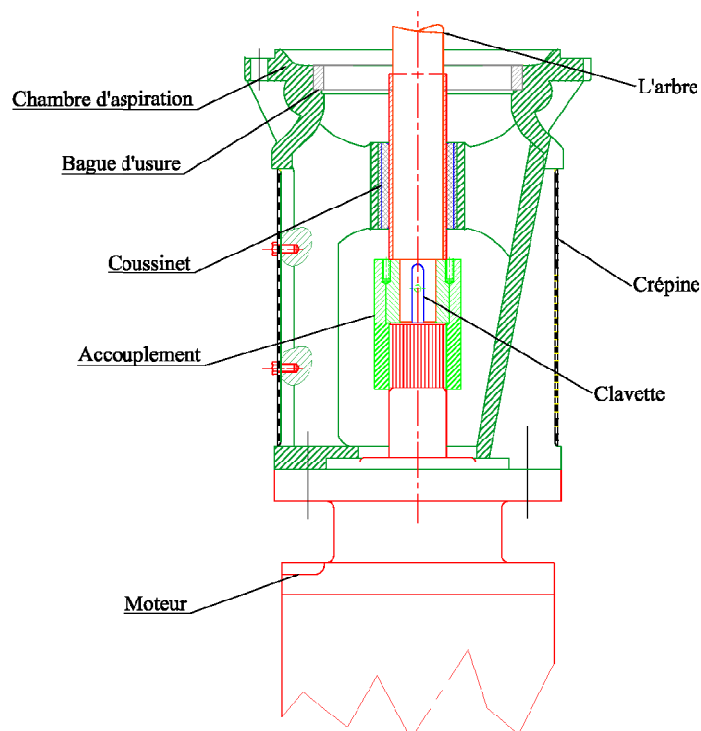
- La masse pour le diffuseur intermédiaire :



### 3. CHAMBRE D'ASPIRATION :

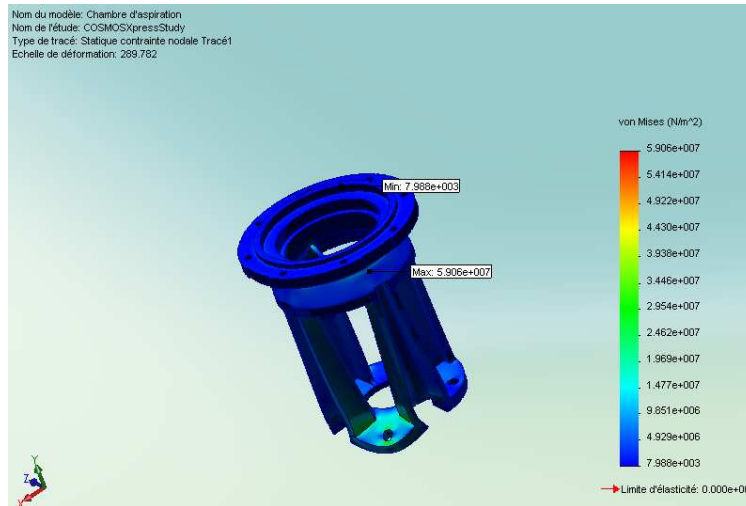
Cet ensemble se constitue principalement par quatre éléments :

- Chambre d'aspiration constitue avec le corps de pompe l'élément fixe destiné à diriger le liquide vers l'entrée de la roue, de telle sorte que la vitesse du liquide soit uniforme en tous points.
- Coussinet, turbine, l'entretoise, la clavette et l'accouplement



✓ **CALCUL PAR LES ELEMENTS FINIS**

- ❖ Pour la chambre d'aspiration, la contrainte maximale de Von Mises en fonction du pas de maillage est :



- Le pas fin :

$$\sigma_{Von1} = 5,906 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

- Le pas Moyenne :

$$\sigma_{Von2} = 5,418 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

- Le pas Grossier :

$$\sigma_{Von3} = 4,829 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

Donc la contrainte moyenne maximale de Von Mises est

$$\begin{aligned} \sigma_{Von\ moy} &= \frac{\sigma_{Von1} + \sigma_{Von2} + \sigma_{Von3}}{3} \times 10^7 \\ \sigma_{Von\ moy} &= \frac{(5,906 + 5,418 + 4,829)}{3} \times 10^7 \\ \sigma_{Von\ moy} &= 5,384 \times 10^7 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

D'où le facteur de sécurité est :

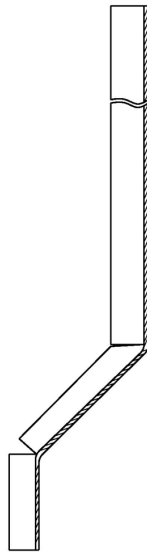
$$\delta = \frac{R_e}{\sigma_{Von\ moy}} = \frac{250 \times 10^6}{5,384 \times 10^7} = 4,13$$



COORDONNEES FRAISES -RAINURES-			LONGUEUR TOTALE "L" FINIE	
Rainure ø8	0	37	1 Etage	342
1 <sup>ere</sup> Rainure ø8	193	240	2 Etages	522
2 <sup>eme</sup> Rainure ø8	373	420	3 Etages	702
3 <sup>eme</sup> Rainure ø8	553	600	4 Etages	882
4 <sup>eme</sup> Rainure ø8	733	780	5 Etages	1062
5 <sup>eme</sup> Rainure ø8	913	960	6 Etages	1242
6 <sup>eme</sup> Rainure ø8	1093	1140	7 Etages	1422
7 <sup>eme</sup> Rainure ø8	1273	1320	8 Etages	1602
8 <sup>eme</sup> Rainure ø8	1453	1500	9 Etages	1782
9 <sup>eme</sup> Rainure ø8	1633	1680	10 Etages	1962
10 <sup>eme</sup> Rainure ø8	1813	1860	11 Etages	2142

### 5. PROTEGE CABLE :

Dans la nouvelle conception de la protégé câble, on a essayé de réduire le nombre des pièces entrant dans la fixation. En effet, on a plié l'extrémité de protégé câble afin de l'accrocher dans la crépine, cet effet va nous aider à éliminer un collier, deux vis et deux trous.



*La nouvelle conception*



*L'ancienne conception*

### 6. DESSIN DE DEFINITION :

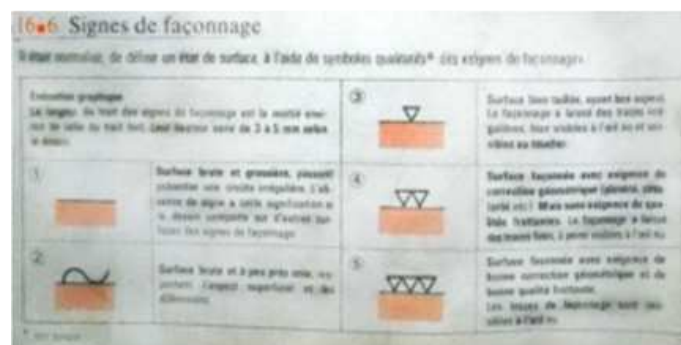
En dessin industriel, le dessin de définition représente une pièce ou une partie d'objet projetée sur un plan avec tous ses détails comme les dimensions en cotations normalisées et les usinages. On l'appelle également plan de détails par opposition au plan d'ensemble ou Dessin d'ensemble

Pour réaliser les dessins de définition des différentes pièces, on a suivi les étapes ci-dessous :

- Dans la première étape, on a essayé de dessiner les autres vues de dessin ;
- Dans la deuxième étape, on a essayé d'établir les cotations des différentes côtes pour chaque dessin ;
- Dans la troisième étape, on a essayé d'introduire les ajustements des différents alésages et arbres, ça dépend de la fonctionnalité de chacune.

15.25 Principaux ajustements				Arbres*	H 6	H 7	H 8	H 9	H 11
Pièces mobiles l'une par rapport à l'autre	Pièces dont le fonctionnement nécessite un grand jeu (dilatation, mauvais alignement, portées très longues, etc.).			c				9	11
	Cas ordinaire des pièces tournant ou glissant dans une bague ou palier (l'oil graissage assuré).			d				9	11
	Pièces avec guidage précis pour mouvements de faible amplitude.			e		7	8	9	
				f	6	6-7	7		
Pièces immobiles l'une par rapport à l'autre	Démontage et remontage possible sans détérioration des pièces	L'assemblage ne peut pas transmettre d'effort	Mise en place possible à la main	h	5	5	7	8	
			Mise en place au marteau	js	5	5			
		L'assemblage peut transmettre des efforts	Mise en place à la presse	k	5				
			Mise en place à la presse ou par dilatation (vérifier que les contraintes imposées au métal ne dépassent pas la limite élastique)	m		b			
	Démontage impossible sans détérioration des pièces	L'assemblage peut transmettre des efforts	Mise en place à la presse	p		6			
			Mise en place à la presse ou par dilatation (vérifier que les contraintes imposées au métal ne dépassent pas la limite élastique)	s			7		
				u			7		
				x			7		

- Finalement on a essayé d'introduire les signes de façonnage pour les surfaces qu'on va usiner, ça dépend de la qualité de surface qu'on veut.



## VI. CALCUL PREVISIONNEL COUT

### 1. CALCUL DE PRIX DE REVIENT DE LA POMPE OPTIMISEE :

Dans cette partie, on va essayer de calculer les prix de revient pour les deux versions de la pompe 10 pouces optimisées afin de les comparais avec celui de la pompe actuelle.

Donc dans les tableaux suivants on a inséré les poids qu'on extrait de logiciel, et on a essayé d'introduire les temps d'usinage estimés.



<b>FICHE DE CALCUL DE PRIX DE REVIENT</b>
<b>POMPE NUE 10" 250 SA 5/10" 180 cv V1</b>
<b>juin-11</b>

Taux Horaire dh/mn	
Usinage	2,50
Montage	1,00

Taux Horaire dh/mn	
Essai	1,50

Brute de fonderie	
euro	dhs
1,7	22,92

POS	DESIGNATION	COEF	MATIERE				TOTAL MP	MAIN D'ŒUVRE			PRIX DE REVIENT	
			Nuance	Poids	PU dh/kg	PR MP		Temps	PR MO	TOTAL MO	PR Unit.	PR. Tot.
1	Diffuseur 250 SA intermed.	4	Fonte	17,15	23,00	394,45	1577,80	60,00	150,00	600,00	544,45	2 177,80
2	Diffuseur 250 SA supérieur	1	Fonte	18,13	23,00	416,99	416,99	60,00	150,00	150,00	566,99	566,99
3	Turbine 250 SA	5	Bronze	3,36	196,00	657,58	3287,90	30,00	75,00	375,00	732,58	3 662,90
4	Chambre d'aspiration 250 S	1	Fonte	16,58	23,00	381,34	381,34	55,00	137,50	137,50	518,84	518,84
5	Corps clapet 250 S	1	Fonte	19,72	23,00	453,63	453,63	30,00	75,00	75,00	528,63	528,63
6	Arbre 10" 250 SA 5 ( 35mm )	1	420	8,18	40,00	327,20	327,20	240,00	600,00	600,00	927,20	927,20
7	Clapet 250S	1	Fonte	1,52	23,00	34,96	34,96	20,00	50,00	50,00	84,96	84,96
8	Arbre de guidage de clapet	1	420	0,60	40,00	24,00	24,00	10,00	25,00	25,00	49,00	49,00
9	Bague d'usure 250 SA	5	EPDM			140,00	700,00	0,00	0,00	0,00	140,00	700,00
10	Entretoise 35x40x120 intermed	4	Bronze			200,00	800,00	1,00	2,50	10,00	202,50	810,00
11	Entretoise 35x40x117,5 inférieur	1	Bronze			200,00	200,00	3,00	7,50	7,50	207,50	207,50
12	Entretoise 35x40x106,5 supérieur	1	Bronze			200,00	200,00	3,00	7,50	7,50	207,50	207,50
13	Ressort clapet	1	304L			40,00	40,00	0,00	0,00	0,00	40,00	40,00
14	Joint clapet	1	EPDM			30,00	30,00	0,00	0,00	0,00	30,00	30,00
15	Protège câble	1	304L			140,00	140,00	0,00	0,00	0,00	140,00	140,00
16	Collier de protège câble	1	304L			20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00
17	Crépine 250 S	1	304L			150,00	150,00	0,00	0,00	0,00	150,00	150,00
18	Coussinet 10"	6				180,00	1080,00	0,00	0,00	0,00	180,00	1 080,00
19	Accouplement 10"	1	420	3,36	40,00	134,40	134,40	30,00	75,00	75,00	209,40	209,40
20	Vis blocage accoupl. HC M6x6	2	Inox			0,38	0,76	0,00	0,00	0,00	0,38	0,76

21	Clavette 8x7x55	5	Inox			20,00	100,00	0,00	0,00	0,00	20,00	100,00
22	Clavette 10x8x80	1	Inox			20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00
23	Vis CHC M10x20	40	Inox			3,00	120,00	0,00	0,00	0,00	3,00	120,00
24	Vis HM6x12	2	Inox			1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00
25	Circlips	1	Inox			30,00	30,00	0,00	0,00	0,00	30,00	30,00
26	Clavette 8x7x50	1	Inox			20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00
27	Bride de refoulement 10"	1	Acier	8,00	8,00	64,00	64,00	10,00	25,00	25,00	89,00	89,00
28	Boulon M 10*50	8	Inox			7,70	61,60	0,00	0,00	0,00	7,70	61,60
29	Boulon M 18*60	4	Inox			22,51	90,04	0,00	0,00	0,00	22,51	90,04
30							0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
31							0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
32	Montage pompe nue	1				0,00	0,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
						<b>Total MP</b>	<b>10 747,82</b>		<b>Total MO</b>	<b>2 212,50</b>	<b>Total PR</b>	<b>12 960,32</b>
						% - PR	82,93%		% - PR	17,07%	% - PR	100,00%
						MP Fonte	6117,66				PR	
						% - PR	47,20%				Rovatti	27 000,00
						MP					% - PR	52,00%
						autres	4 630,16					
						% - PR	35,73%					
33	Montage moteur	1				0,00	0,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
34	Essai et finition	1				0,00	0,00	30,00	45,00	45,00	45,00	45,00
35	Caisse emballage	1				475,00	475,00	0,00	0,00	0,00	475,00	475,00
36	Moteur 10" 180 cv ( 130 kw )	1				44						
						641,43	44641,43	0,00	0,00	0,00	44641,43	44 641,43
						PR MP	55 864,25		PR MO	2 302,50	PR / PV	58 166,75
						%	96,04%		%	3,96%	% -	100,00%
								Prix de vente	80000,00		marge	37,54%

<b>FICHE DE CALCUL DE PRIX DE REVIENT</b>
<b>POMPE NUE 10" 250 SA 5/10" 180 cv V2</b>
<b>juin-11</b>

Taux Horaire dh/mn	
Usinage	2,50
Montage	1,00

Taux Horaire dh/mn	
Essai	1,50

Brute de fonderie	
euro	dhs
1,7	22,92

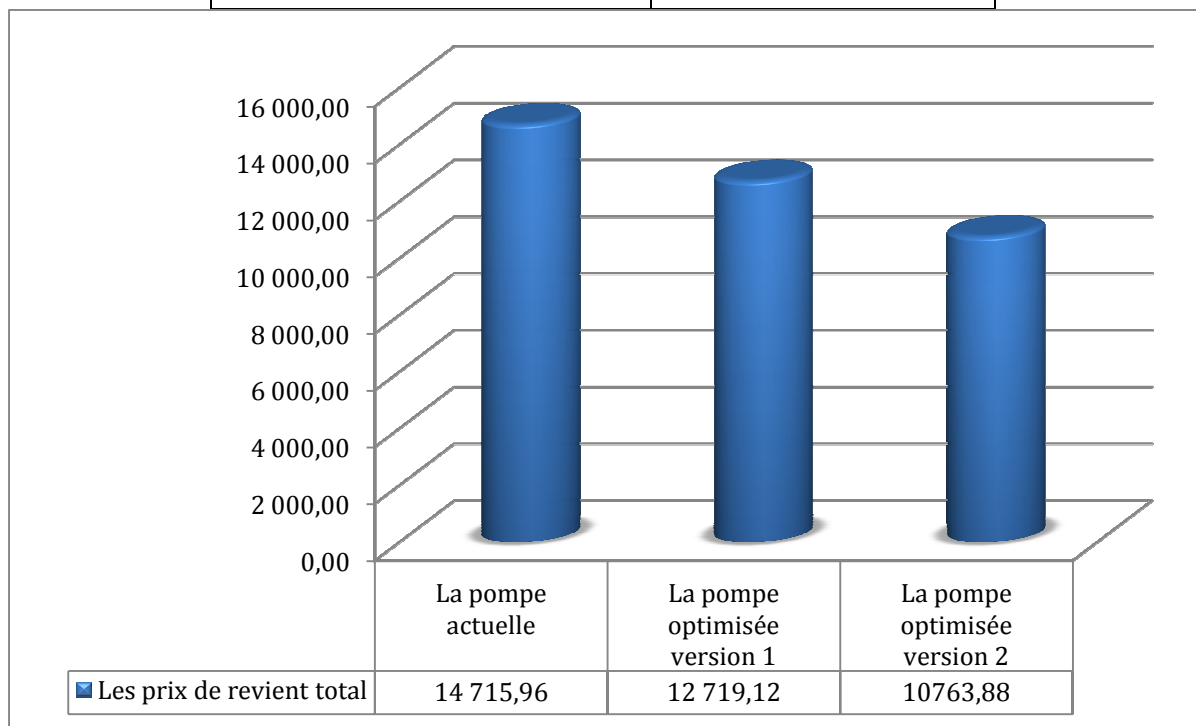
POS	DESIGNATION	COEF	MATIERE				TOTAL MP	MAIN D'ŒUVRE			PRIX DE REVIENT	
			Nuance	Poids	PU dh/kg	PR MP		Temps	PR MO	TOTAL MO	PR Unit.	PR. Tot.
1	Diffuseur 250 SA intermed.	4	Fonte	17,15	23,00	394,45	1577,80	60,00	150,00	600,00	544,45	2 177,80
2	Diffuseur 250 SA supérieur	1	Fonte	18,13	23,00	416,99	416,99	60,00	150,00	150,00	566,99	566,99
3	Turbine 250 SA	5	Bronze	2,90	196,00	568,40	2842,00	30,00	75,00	375,00	643,40	3 217,00
4	Chambre d'aspiration 250 S	1	Fonte	16,58	23,00	381,34	381,34	55,00	137,50	137,50	518,84	518,84
5	Corps clapet 250 S	1	Fonte	12,13	23,00	278,93	278,93	25,00	62,50	62,50	341,43	341,43
6	Arbre 10" 250 SA 5 ( 35mm )	1	420	7,80	40,00	312,00	312,00	15,00	37,50	37,50	349,50	349,50
7	Clapet 250S	1	Fonte	1,56	23,00	35,88	35,88	20,00	50,00	50,00	85,88	85,88
8						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Bague d'usure 250 SA	5	EPDM			140,00	700,00	0,00	0,00	0,00	140,00	700,00
10	Cône de blocage filetée	5	Bronze	0,31	145,00	44,95	224,75	25,00	62,50	312,50	107,45	537,25
11						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Ressort clapet	1	304L			40,00	40,00	0,00	0,00	0,00	40,00	40,00
14	Joint clapet	1	EPDM			30,00	30,00	0,00	0,00	0,00	30,00	30,00
15	Protège câble	1	304L			140,00	140,00	0,00	0,00	0,00	140,00	140,00
16	Collier de protège câble	1	304L			20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00
17	Crépine 250 S	1	304L			150,00	150,00	0,00	0,00	0,00	150,00	150,00
18	Coussinet 10"	6				180,00	1080,00	0,00	0,00	0,00	180,00	1 080,00
19	Accouplement 10"	1	420	3,36	40,00	134,40	134,40	30,00	75,00	75,00	209,40	209,40
20	Vis blocage accoupl. HC M6x6	2	Inox			0,38	0,76	0,00	0,00	0,00	0,38	0,76

21	Ecrou de cône	5	Inox	0,20	40,00	8,00	40,00	20,00	50,00	250,00	58,00	290,00			
22	Clavette 10x8x80	1	Inox			20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00			
23	Vis CHC M10x20	40	Inox			3,00	120,00	0,00	0,00	0,00	3,00	120,00			
24	Vis HM6x12	2	Inox			1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00			
25	Bouchon	1	Inox	0,15	40,00	6,00	6,00	15,00	37,50	37,50	43,50	43,50			
26	Clavette 8x7x50	1	Inox			20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00			
27	Bride de refoulement 10"	1	Acier	8,00	8,00	64,00	64,00	10,00	25,00	25,00	89,00	89,00			
28	Boulon M 10*50	8	Inox			7,70	61,60	0,00	0,00	0,00	7,70	61,60			
29	Boulon M 18*60	4	Inox			22,51	90,04	0,00	0,00	0,00	22,51	90,04			
30							0,00		0,00	0,00	0,00	0,00			
31							0,00		0,00	0,00	0,00	0,00			
32	Montage pompe nue	1				0,00	0,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00			
							<b>Total MP</b>	<b>8456,38</b>				<b>Total MO</b>	<b>2 187,50</b>	<b>Total PR</b>	<b>10 763,88</b>
							<b>% - PR</b>	<b>80,50%</b>				<b>% - PR</b>	<b>19,50%</b>	<b>% - PR</b>	<b>100,00%</b>
							<b>MP</b>							<b>PR</b>	
							<b>Fonte</b>	5497,06						<b>Rovatti</b>	27 000,00
							<b>% - PR</b>	49,01%						<b>% - PR</b>	58,45%
							<b>MP</b>								
							<b>autres</b>	3 532,63							
							<b>% - PR</b>	31,49%							
33	Montage moteur	1				0,00	0,00	<b>45,00</b>	45,00	45,00	45,00	45,00			
34	Essai et finition	1				0,00	0,00	<b>30,00</b>	45,00	45,00	45,00	45,00			
35	Caisse emballage	1				<b>475,00</b>	475,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00	475,00	475,00			
							<b>44</b>								
36	Moteur 10" 180 cv ( 130 kw )	1				<b>641,43</b>	44641,43	<b>0,00</b>	0,00	0,00	44641,43	44 641,43			
							<b>PR MP</b>	<b>54 146,12</b>				<b>PR MO</b>	<b>2 277,50</b>	<b>PR / PV</b>	<b>56 970,62</b>
							<b>%</b>	95,96%				<b>%</b>	4,04%	<b>% -</b>	100,00%
									<b>Prix de vente</b>			80000,00	<b>marge</b>	41,78%	

## 2. COMPARAISON ENTRE L'ACTUEL ET L'OPTIMISE :

D'après les tableaux des prix de revient précédent, on remarque que le prix de revient total de la fabrication de la pompe 10 pouces actuelle est de 14 715,96 Dhs, par contre dans les nouvelles conceptions de la pompe 10 pouces sont moins coûteuse que celle de l'actuelle, comme il montre le graphe ci-dessous.

Les versions	Les prix de revient total
La pompe actuelle	14 715,96
La pompe optimisée version 1	12 719,12
La pompe optimisée version 2	10763,88



Donc le pourcentage d'optimisation pour la première version est de :

$$C_1 = \frac{(14715,96 - 12719,12)}{12719,12} \times 100$$

$$C_1 = 15,7\%$$

Par contre le pourcentage d'optimisation pour la deuxième version est de :

$$C_1 = \frac{(14715,96 - 10763,88)}{10763,88} \times 100$$

$$C_1 = 36,71\%$$

## CONCLUSION

La société NOVELLI PUMPS m'a offert l'opportunité de mieux concrétiser mes connaissances théoriques et m'a ouvert une voie vers le monde professionnel et il m'a permis d'acquérir une certaine expérience en exploitant particulièrement au niveau du dessin technique et le calcul par les éléments finis via le logiciel COSMOS.

En effet grâce à la collaboration et l'encadrement de mon parrain professionnel, j'ai réussi réaliser l'objectif de mon projet de fin d'étude qui est l'optimisation des coûts de fabrication de 36,71%, en prenant en compte les points suivants :

- La reconception de certaines parties de la pompe
- La réduction des poids des pièces de fonderie
- La simplification de la nomenclature : réduction du nombre de composants
- Une proposition des nouvelles solutions simples de fixation, d'entraînement
- etc. ...

Enfin ce stage m'a permis d'avoir une expérience professionnelle et d'avoir une idée globale du mode de fonctionnement de cette entreprise et aussi il m'a permis à me familiariser avec le milieu professionnel. De plus la confrontation aux différents problèmes m'a permis d'acquérir un sens de responsabilité, ce qui permettra une meilleure insertion dans le marché d'emploi.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Cours de calcul de structure (Pr Abouchita)
- Cours de construction Mécanique (Pr Taouache)
- Cours de l'école supérieure de technologie des éléments de fabrication mécanique
- Livre de construction industrielle
- Livre de conception et dessin (Memotech)
- Livre de guide de dessinateur (chevalier édition 2004)
- Guide des calculs mécaniques
- Guide des sciences et technologies industrielles
- Rubrique techniques et application (construction métallique n°1-2000)
- Règles de calcul de la FEM (Pr Seddouki)

## **WEBOGRAPHIE**

- Site de la société Novelli
- Google e-book
- wikipédia
- [www.motralec.com](http://www.motralec.com)
- [www.patry.fr](http://www.patry.fr)

## **LA CORRECTION D'ORTHOGRAPHE ET DE GRAMMAIRE**

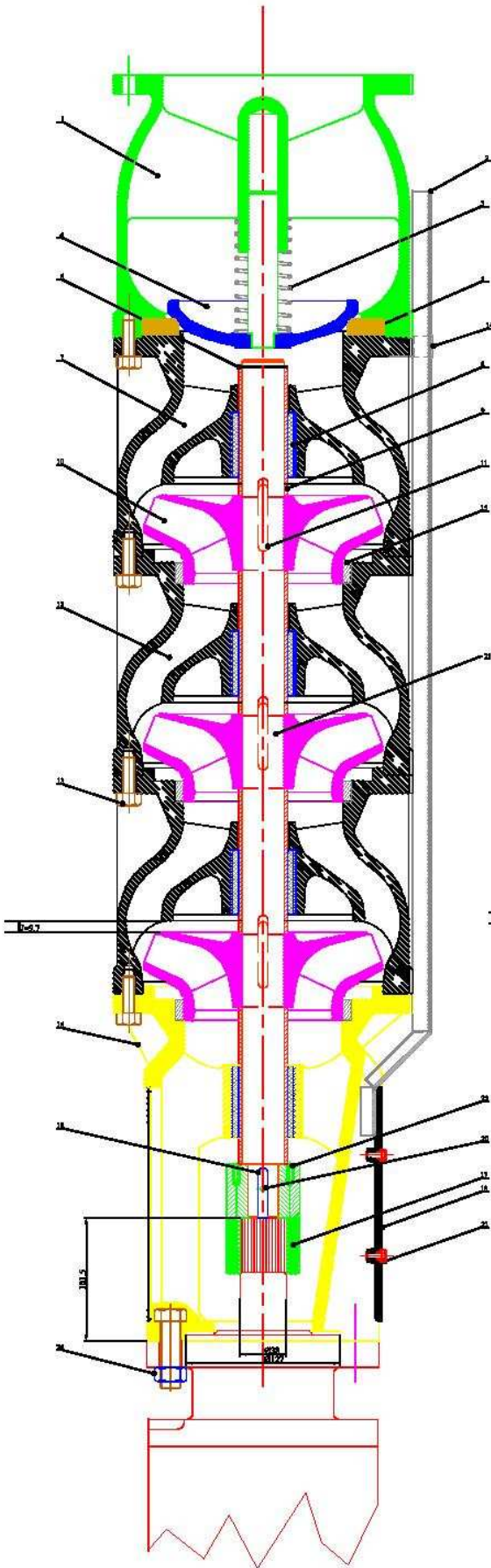
- <http://bonpatron.com/>

# **CHAPITRE V**

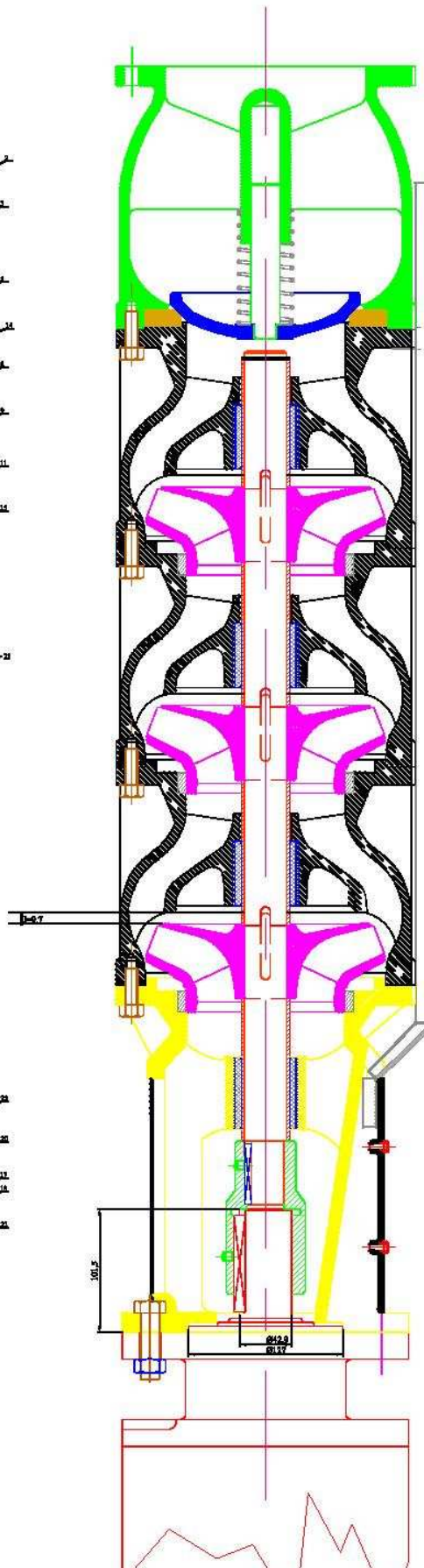
## **L'ANNEXE**



# Version 1



250S 3A/8" V1

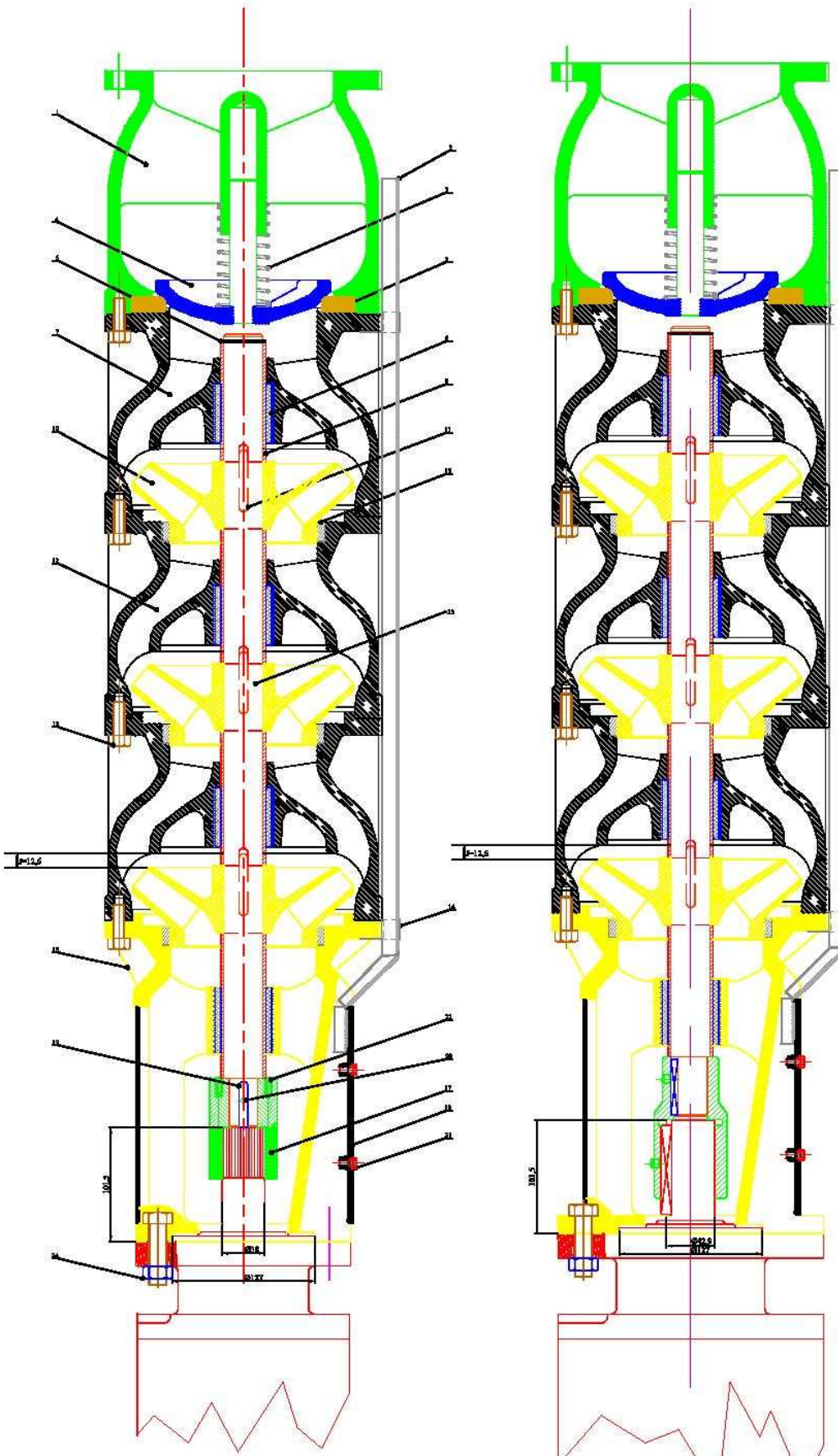


250S 3A/10" V1

Num	Designația	Măritura
1	Carpa de clapet 250S	Fața grăie 9:23
2	Protector 250S - 3 etape	
3	Butuc	
4	Clapet 250S	
5	Șurub de clapet 250S	
6	Clapet 1/2" 250S	
7	Dilatant 250S	Fața grăie 9:23
8	Ecuson 250S	
9	Butuc	
10	Butuc 250S	Fața grăie 9:23
11	Șurub 250S	
12	Dilatant 250S	Fața grăie 9:23
13	Vin 10/10	
14	Colțar de perche 250S	Fața grăie 9:23
15	Șurub 250S	
16	Clapet 250S	Fața grăie 9:23
17	Șurub 250S	
18	Șurub 250S	
19	Șurub	
20	Șurub	
21	Vin 10/10	
22	Șurub	
23	Șurub 250S	
24	Șurub 10/10	

Nivelul		Măritura	
Num	Designația	Num	Designația

# Version 1

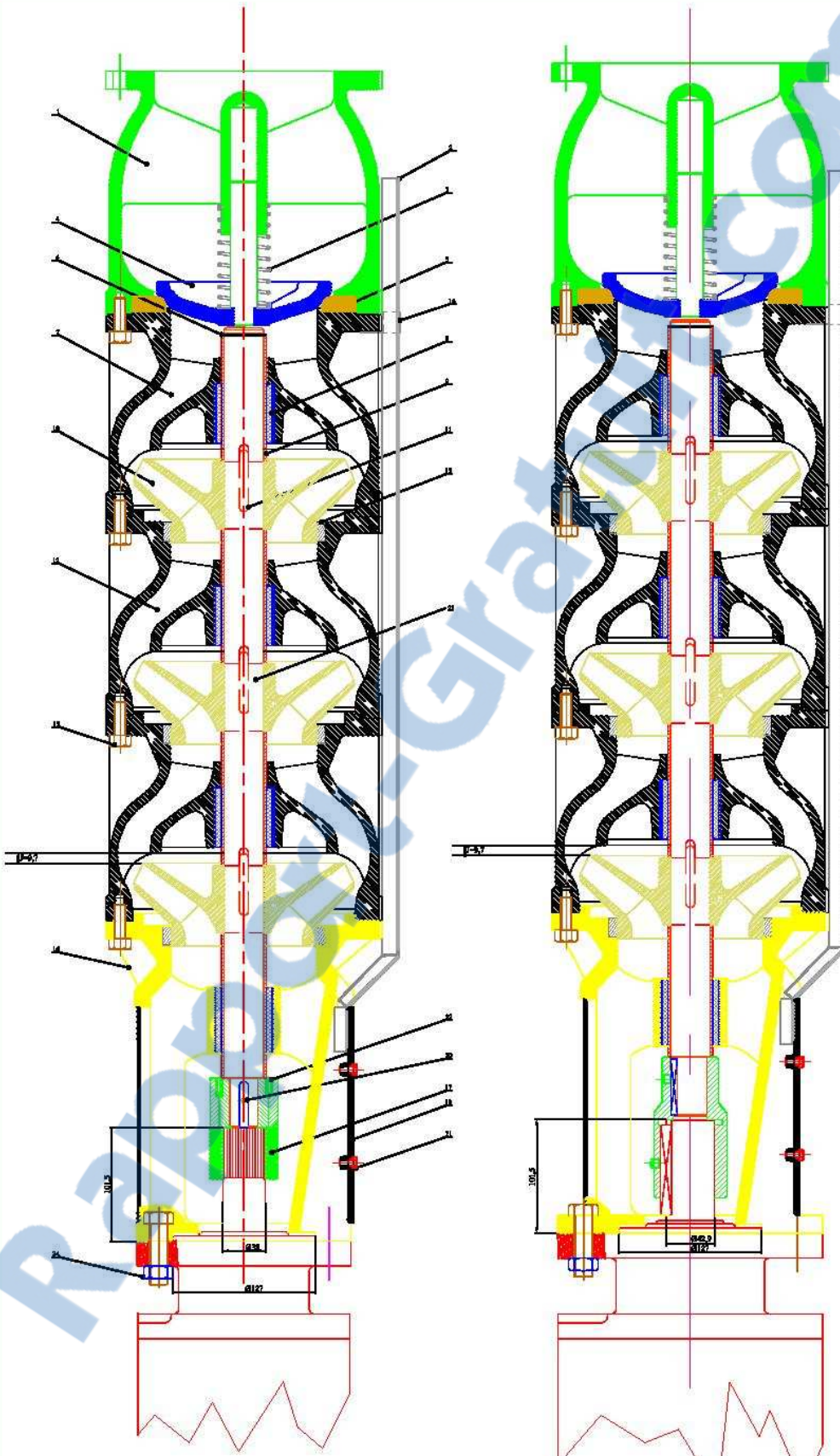


250S 3B/8" V1

250S 3B/10" V1

Mag	Description	Matériau
1	Corps de pompe 250S	Fonderie grise P135
2	Parolage 250S - 3 étages	Acier
3	Manivelle	
4	Chapeau 250S	
5	Joint de pompe 250S	
6	Chapeau type 7100	Acier
7	Diffuseur aspirateur 250S	Fonderie grise P135
8	Chapeau distributeur 250S	
9	Batterie	Acier
10	Turbine 250SA	Fonderie grise P135
11	Clavette 8PP55	Acier AISI 304
12	Distributeur interne 250S	Fonderie grise P135
13	Vis M10x55	Acier
14	Collier de serrage câble 250S	Acier AISI 304
15	Baguette d'axe distributeur 250S	Carbure de silicium
16	Chapeau d'impulsion 250S	Fonderie grise P135
17	Assemblage 250S	Acier AISI 304
18	Clavette 250S	Acier AISI 304
19	Clavette	
20	Clavette	
21	Vis M8x12	Acier
22	Clavette	
23	Acier 250S	
24	Bouillon M10x15	Acier

# Version 1



250S 3C/8" V1

250S 3C/10" V1

Seq	Designation	Material
1	Corpo do selo 250S	Ferro grau P225
2	Protetor selo 250S - 3 Anos	
3	Flange	
4	Clapet 250S	
5	Rebra de clapet 250S	
6	Chapeta tipo V10	Aço
7	Difusores superiores 250S	Ferro grau P225
8	Conector difusores 250S	
9	Rebataca	Aço
10	Parafuso 250S	Ferro grau P225
11	Arroscas 250S	Aço A191 304
12	Difusores inferiores	Ferro grau P225
13	Via M 10x40	Aço
14	Escalão de protetor selo 250S	Aço A191 304
15	Região externa difusores 250S	Carbono 250S
16	Operador de manobra 250S	Ferro grau P225
17	Assentamento 250S	Aço A191 304
18	Chapeta 250S	Aço A191 304
19	Claveta	
20	Gravilha	
21	Via 1/2" x 12	Aço
22	Gravilha	
23	Atalho V10	
24	Bucha M10x35	Aço

Mexcel

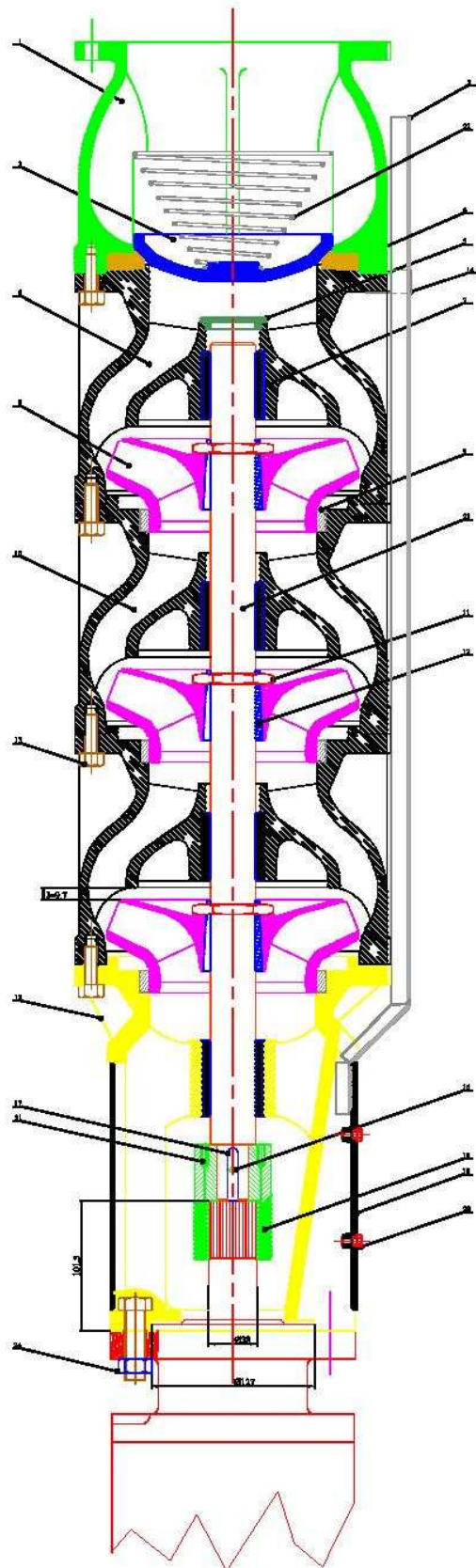
Projeto 250S 3C/8" V1

AutoCAD

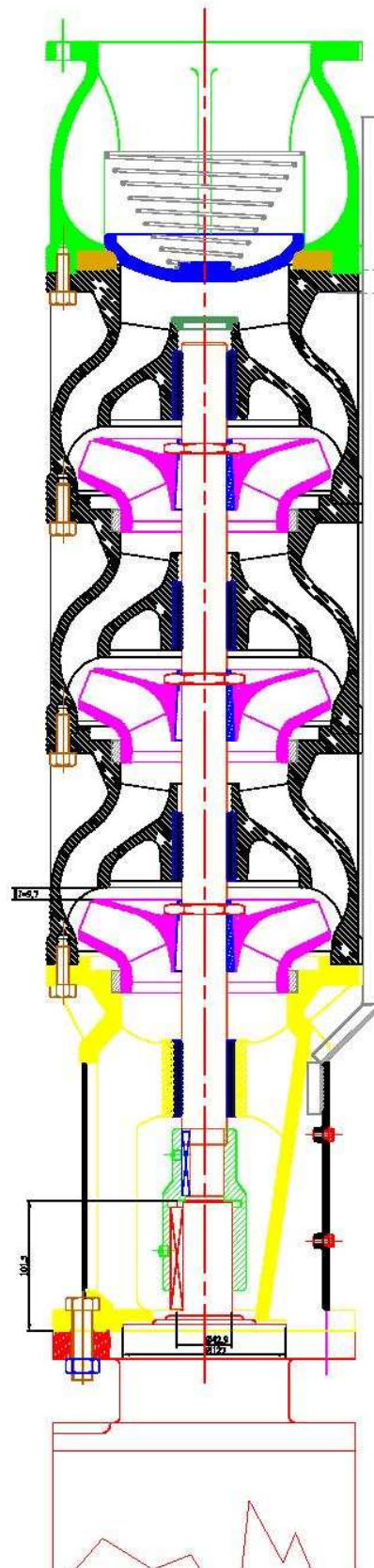
2010

10/10/2010

# Version 2



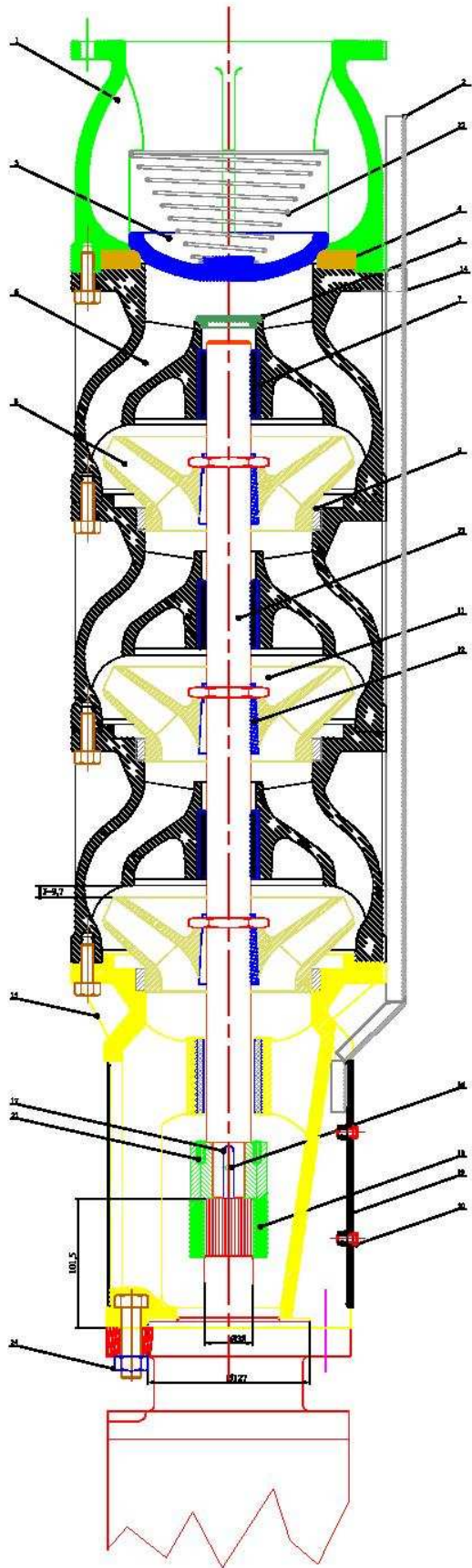
250S 3A/8" V2



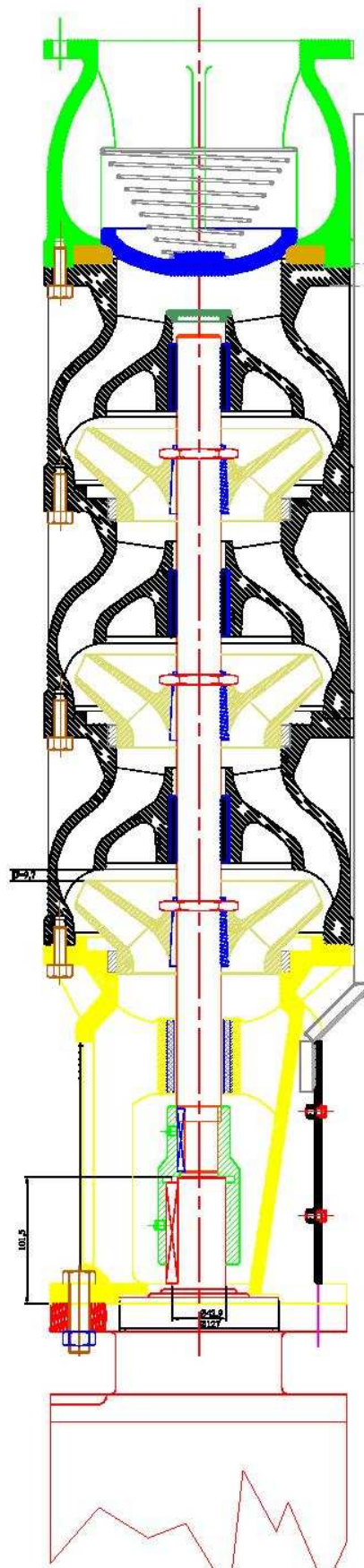
250S 3A/10" V2

Ref	Désignation	Matériau
1	Corps de clapet 250S	Ferme grise P121
2	Perçage câble 250S - 3 étapes	Ferme grise P123
3	Clapet 250S	Clacérouse
4	Joint de clapet 250S	Clacérouse
5	Bronches	Ferme grise P23
6	Diffuseur supérieur 250S	Ferme grise P23
7	Coaxialité diffuseur 250S	Ferme grise P23
8	Vanne 250S-A	Ferme grise P23
9	Support d'axeur 250S	Acier inoxydable
10	Diffuseur intermédiaire	Ferme grise P23
11	Vis	Acier
12	Vis M10x30	Acier
13	Vis M10x30	Acier
14	Eclair de perçage câble 250S	Acier A18 904
15	Chambre d'expansion 250S	Ferme grise P23
16	Coaxialité	
17	Clapet	
18	Accessoire 250S	Acier A18 904
19	Clapet 250S	Acier A18 904
20	Vis M6x12	Acier
21	Coaxialité	
22	Raccord	
23	Acteur V2	
24	Boîtier M10x25	Acier





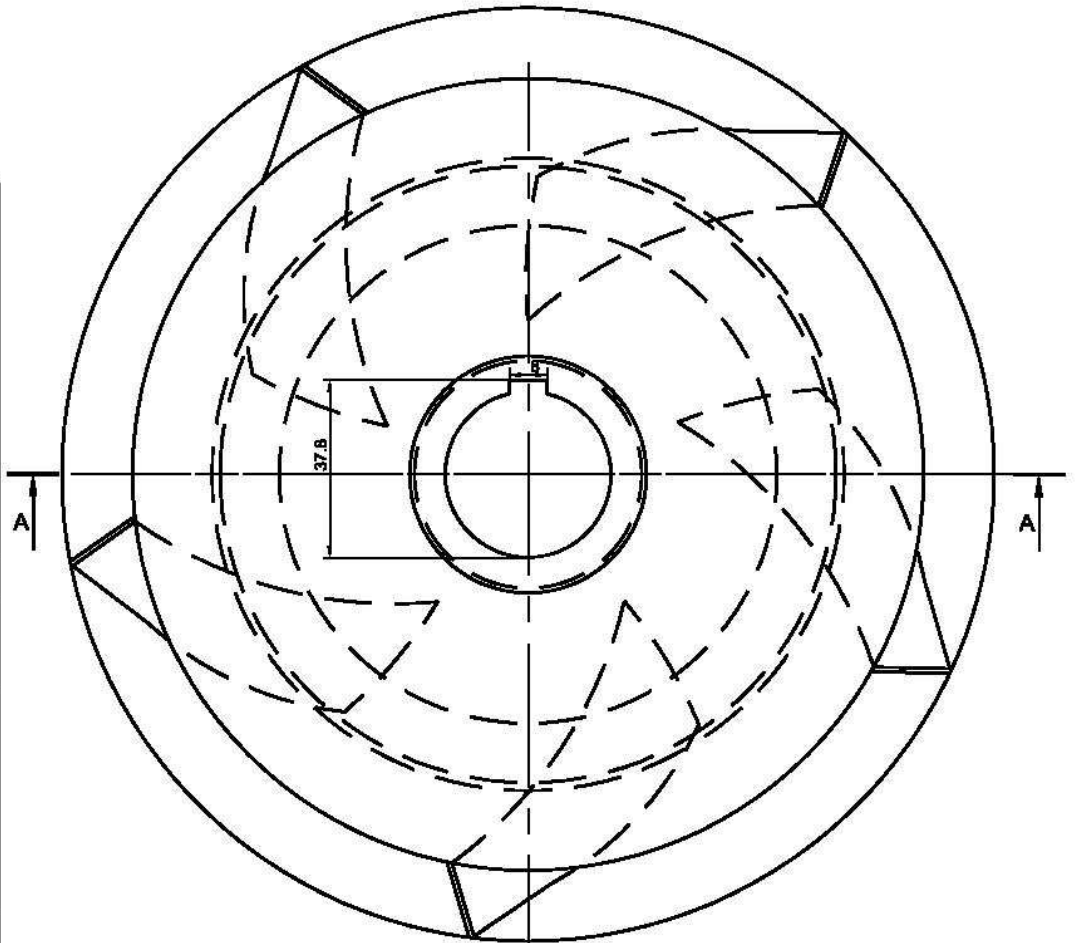
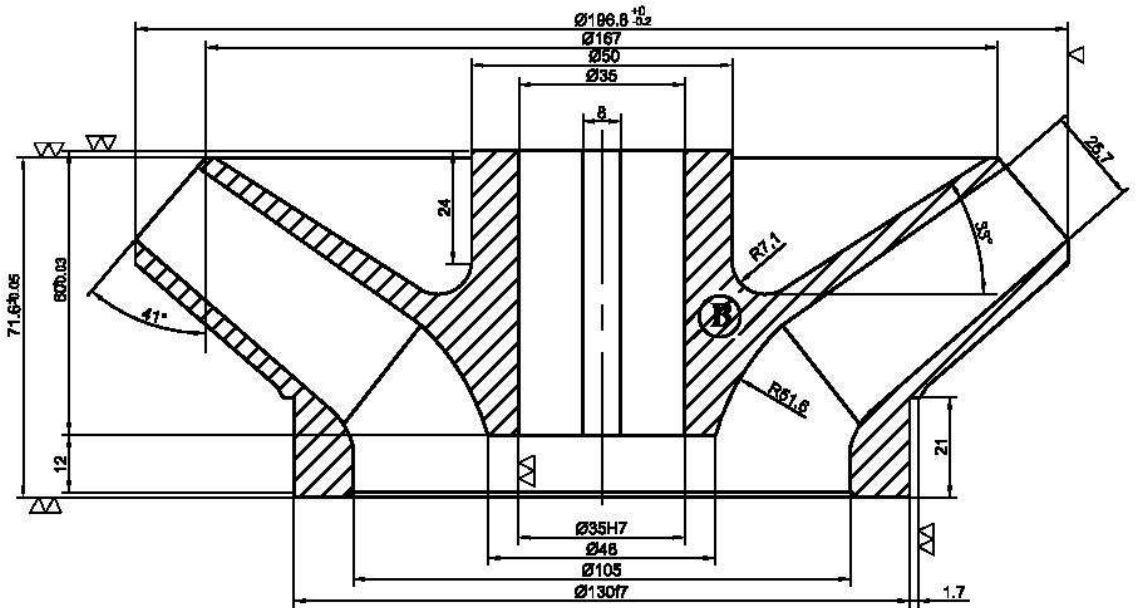
250S 3C/8" V2



250S 3C/10" V2

REF	Désignation	Matériau
1	Corps de clapet 250S	Ferme gris P425
2	Freinage câble 250S - 3 stades	Ferme gris P425
3	Clapet 250S	Ferme gris P425
4	Joint de clapet 250S	Carbone
5	Manivelle	
6	Diffuseur acrotone 250S	Ferme gris P425
7	Conduite acrotone 250S	
8	Turbine 250SA	Ferme gris P425
9	Bague d'union diffuseur 250S	Carbone
10	Diffuseur interne 250S	Ferme gris P425
11	Bois	
12	Clou	
13	Vie M 10x90	Acier
14	Collier de serrage câble 250S	Acier AISI 304
15	Chambre d'aspiration 250S	Ferme gris P425
16	Graville	
17	Clouette	
18	Assemblage 250S	Acier AISI 304
19	Collier 250S	Acier AISI 304
20	Vie M4x12	Acier
21	Graville	
22	Rouquet	
23	Actes V2	
24	Boulon M10x95	Acier

# A-A



REMARQUE:  
pompe rue 250 REC N

DESIGNATION:

**TURBINE 10''B V1**

PLAN N°

DATE:

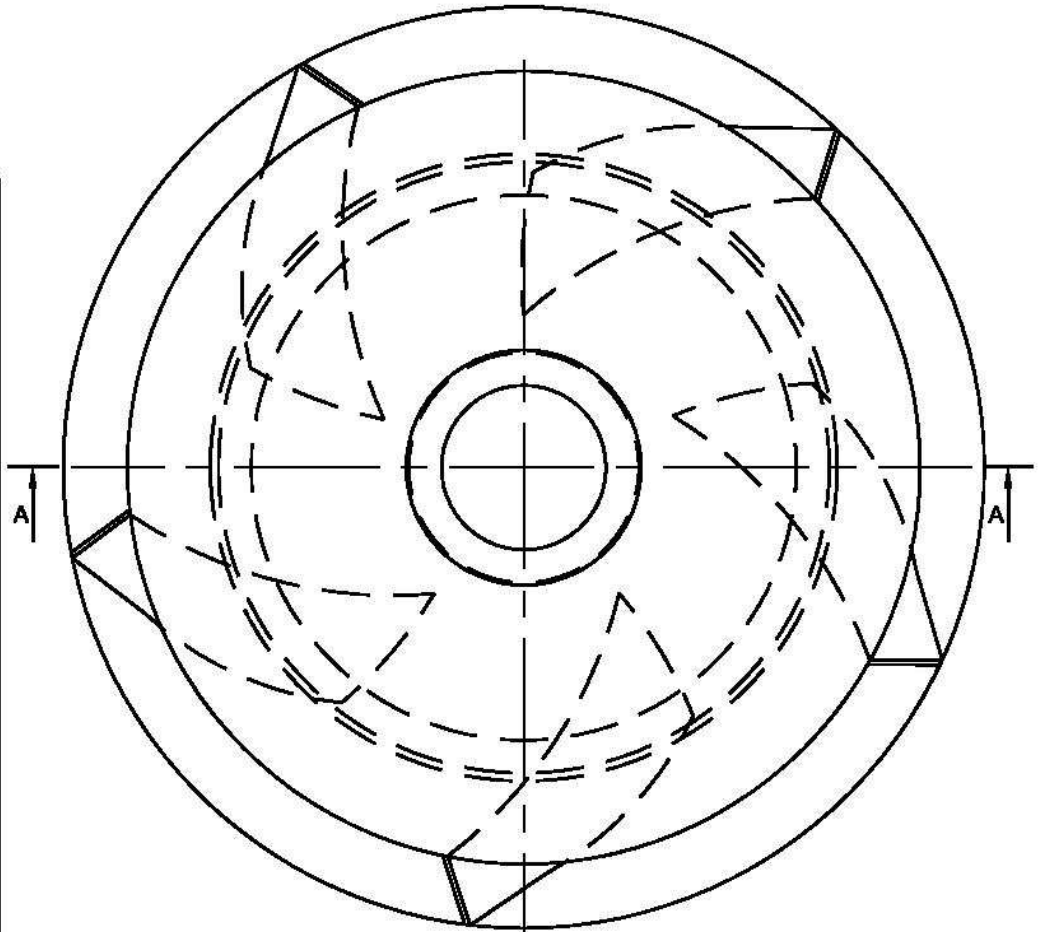
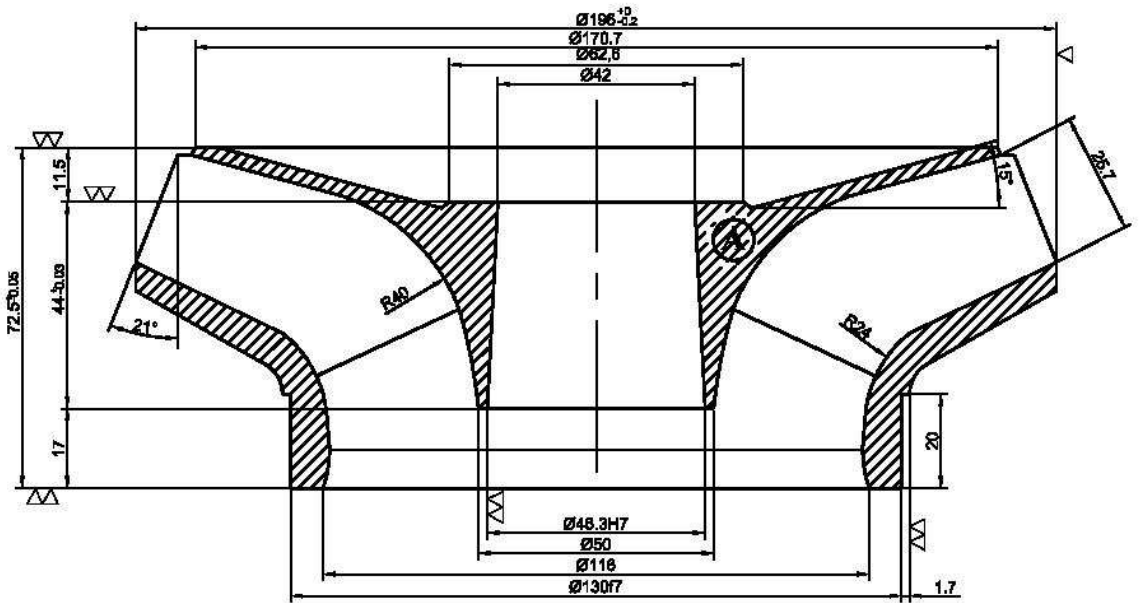
DESSINE PAR: Kergoune

VERIFIE PAR:

DATE: 11 85

-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE - AVEC A TOUT GARANTIE UNIFORMEMENT PAR CE MOTIF -  
-CE DOCUMENT NE CONTIEN PAS PROPRETE REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVEE-

# A-A



pompe n<sup>o</sup> 250 REC N

DESIGNATION:

TURBINE 10''A V2

PLAN N<sup>o</sup>

DATE:

DESIGNE PAR Zargouda

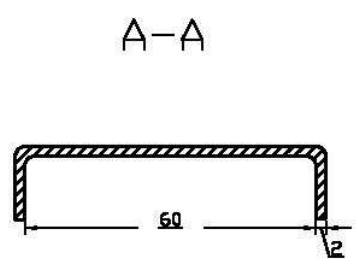
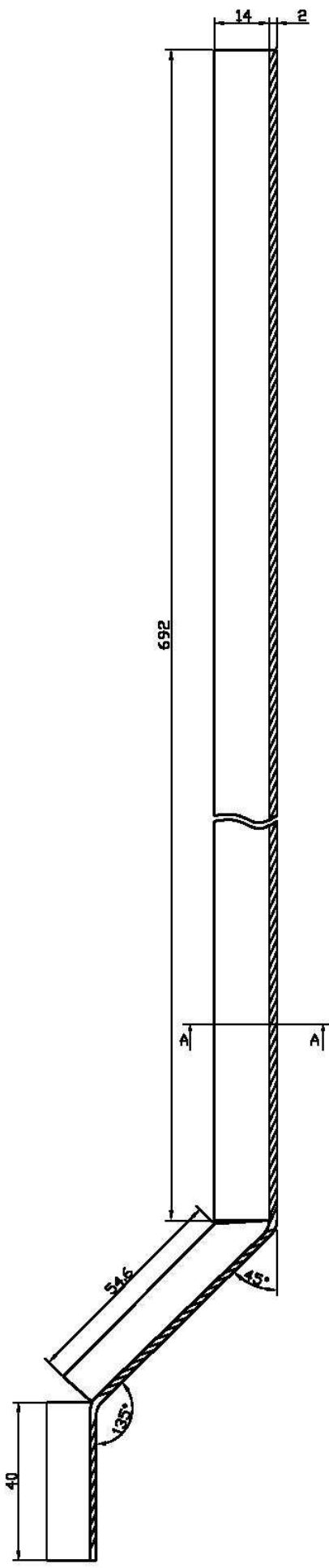
VERIFIE PAR

MATHEB N. 88

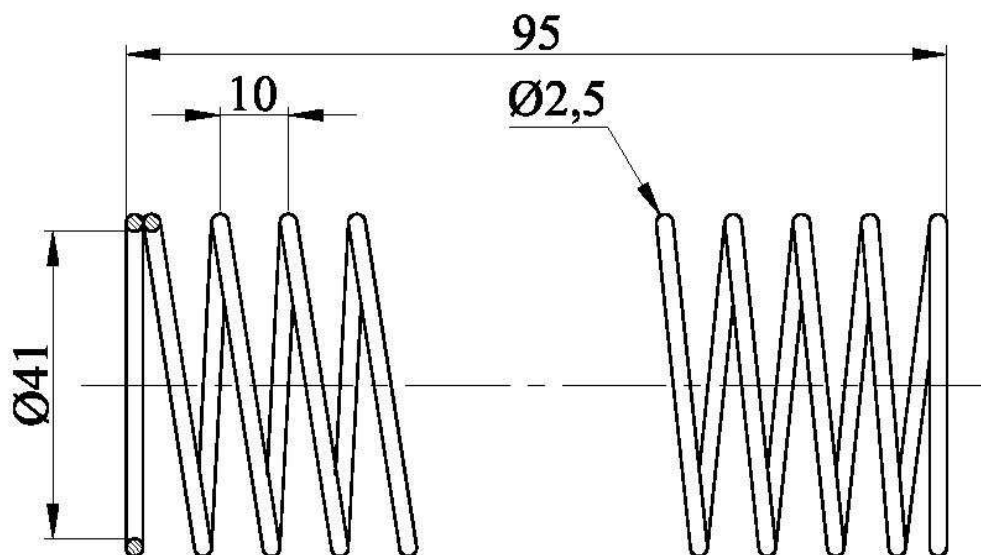
-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE - NE PAS GARANTIR L'UNIFORMITE PAR CE MOYEN -  
 -CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE - REPRODUCTION INTERDITE OU SOUS DE REPRODUCTION PERMISE -








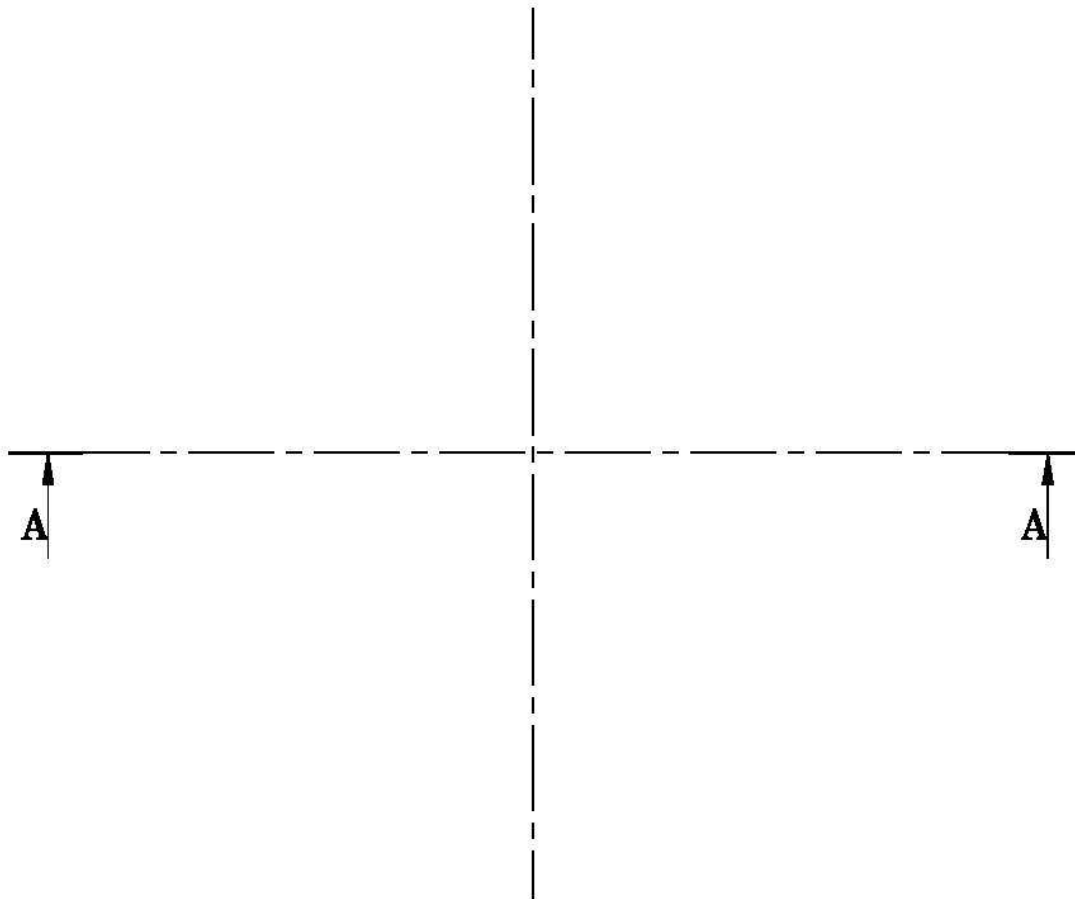
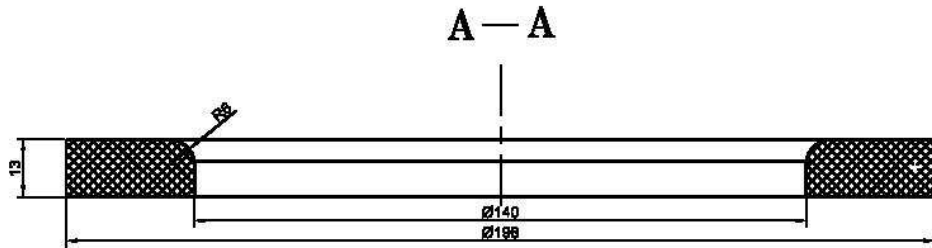
DATE:				
DESIGNE PAR:				
VERIFIE PAR:				
MATIERE:				
DESIGNATION:				PLAN N°
pompe rue 250 REC N				
<b>PROTEGE-CABLE</b>				
-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE - MISE A JOUR GARANTIE UNIFORMEMENT PAR CE MOYEN -				
-CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-				




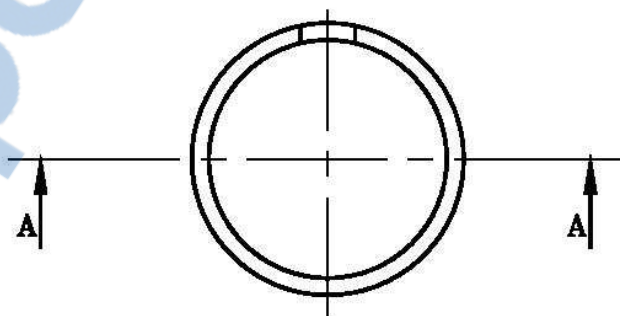
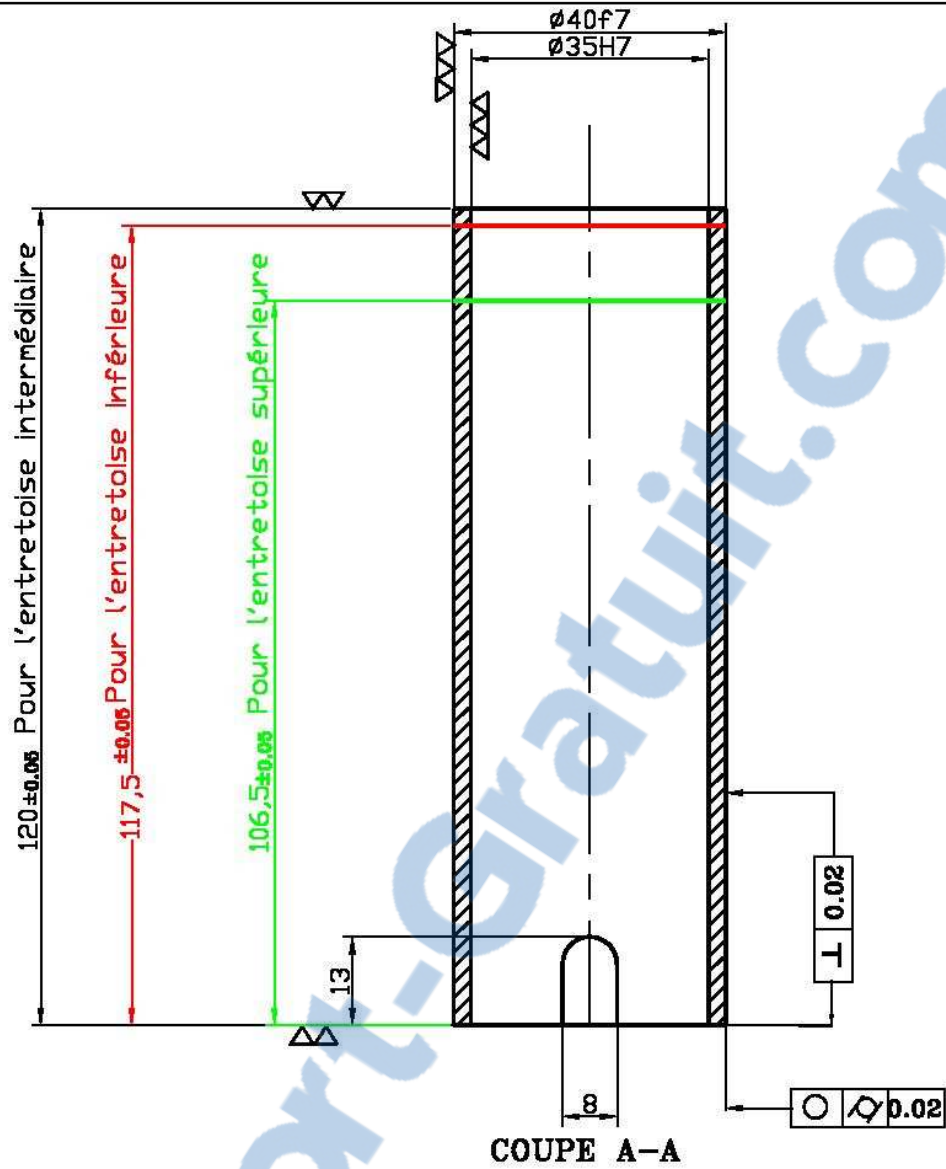
- \* Diamètre du fil :  $d=2,5$
- \* Diamètre intérieur :  $D_i=41$
- \* Pas :  $P=10$
- \* Longueur libre :  $L=95$


	INDICE:	DATE:	MODIFICATION:	DATE:
				DESSINE PAR:
				VERIFIE PAR:
ENSEMBLE: POMPE NUE 250S (10")				MATIERE:
DESIGNATION: Ressort 250S V1 (10")				PLAN N°:

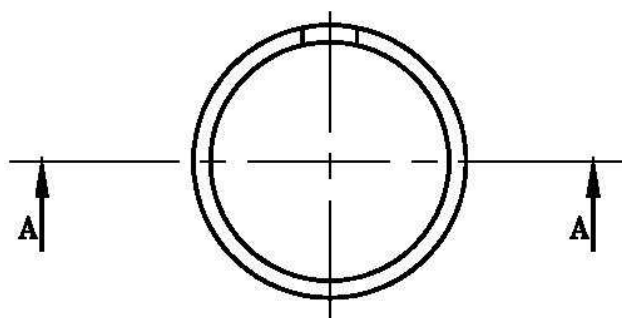
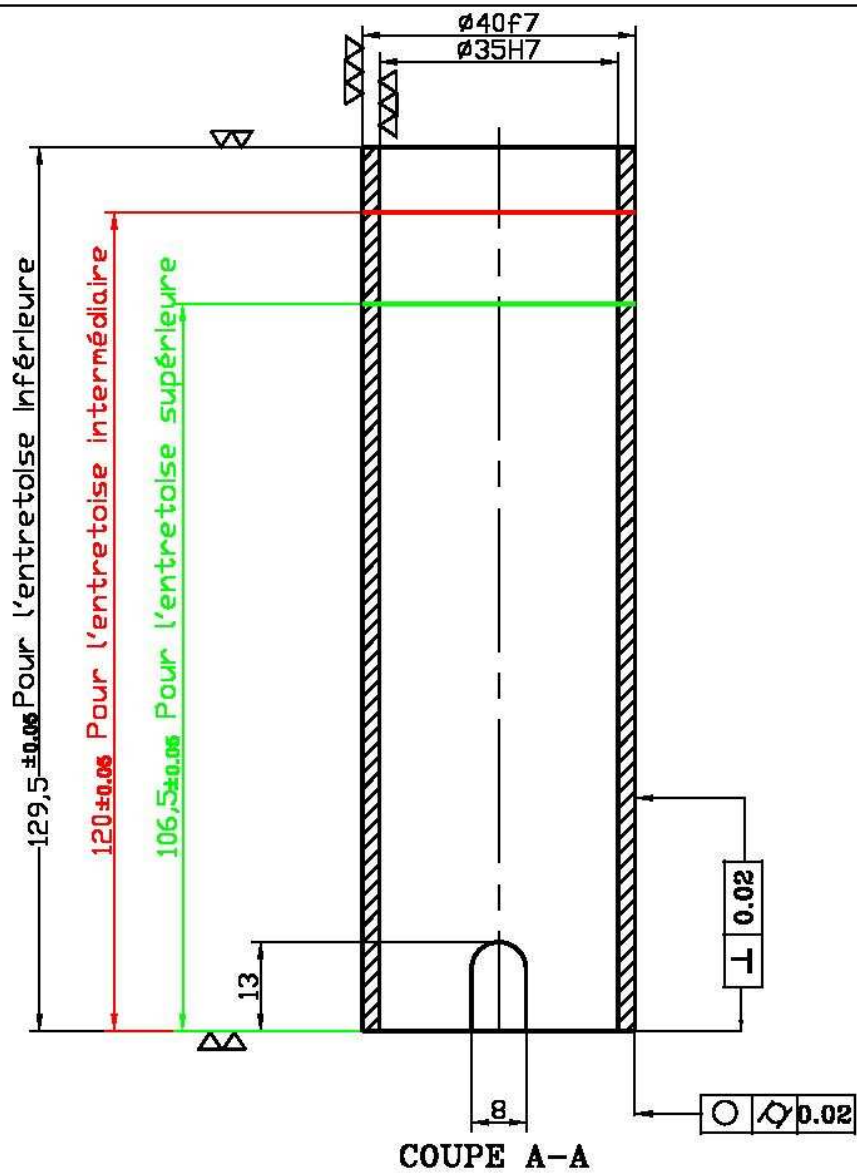
-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR GARANTIE UNIQUEMENT PAR CE MOYEN-  
-CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-



	MATIERE: F.25	DESINE PAR:	
	MODIFICATION:	VERIFIE PAR:	
NOM-PRONON: Corps de pompe Immergée		LE:	
DESIGNATION: <b>JOINT CLAPET 10"</b>	Ech:1/1	PLAN N°	
-CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-			



	INDICE:	DATE:	MODIFICATION:	DATE:
				DESSINE PAR:
<b>ENSEMBLE:</b> pompe nue 250 REC N				VERIFIE PAR:
				MATIERE:
DESIGNATION: <b>ENTRETOISE 250 / mot. 10"</b>				PLAN N°
-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR GARANTIE UNIQUEMENT PAR CE MOYEN- -CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-				



INDEX:	DATE:	MODIFICATION:

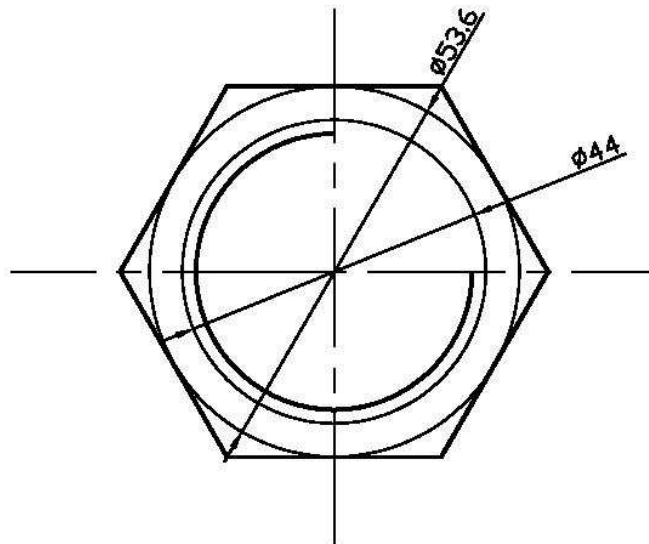
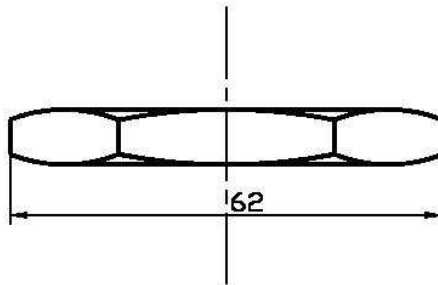
DATE:
DESSINE PAR:
VERIFIE PAR:
MATIERE:

ENSEMBLE:  
pompe nue 250 REC N

DESIGNATION:

ENTRETOISE 250

PLAN N°



INDEXE:

DATE:

MODIFICATION:

DATE:

DESSINE PAR:

VERIFIE PAR:

MATIERE:

ENSEMBLE:

pompe nue 250 REC N

DESIGNATION:

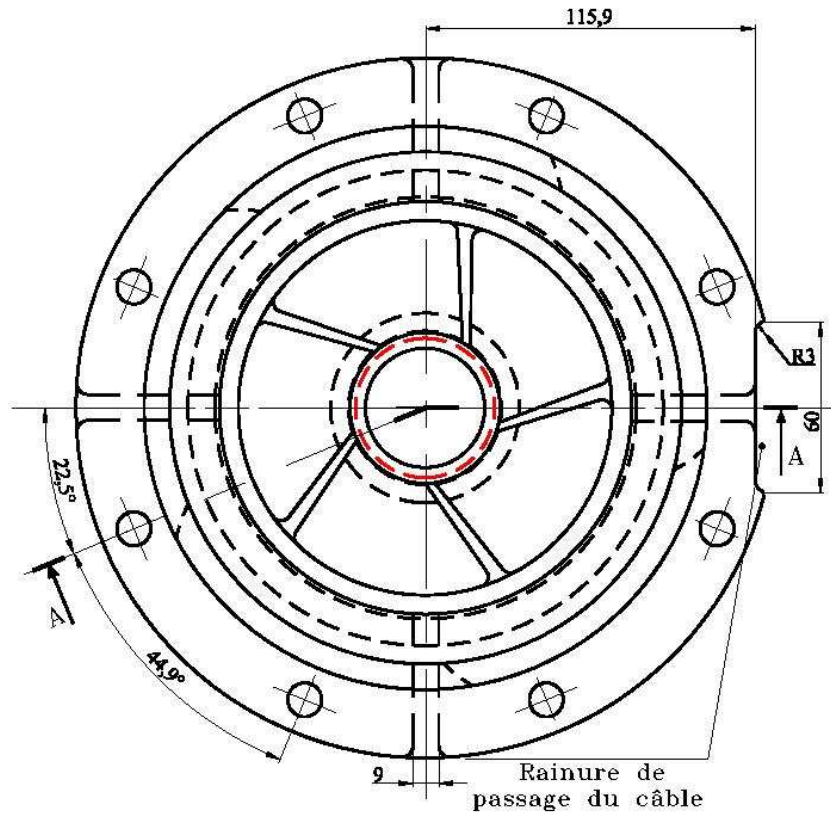
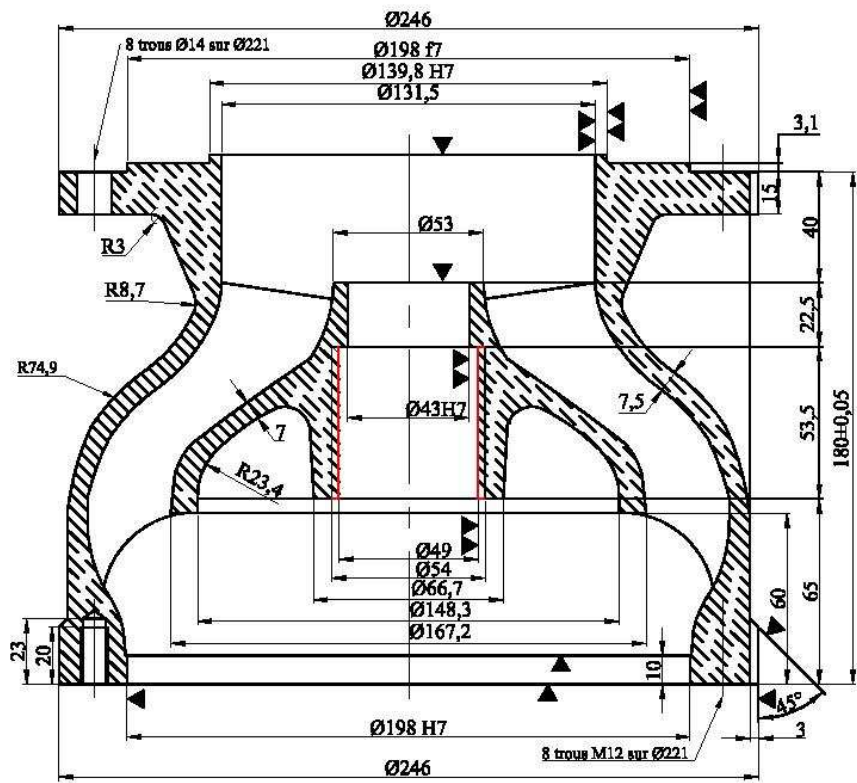
PLAN N°

*Rapport gratuit.com*

Ecrou 250

-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR GARANTIE UNIQUEMENT PAR CE MOYEN-  
-CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-

A - A

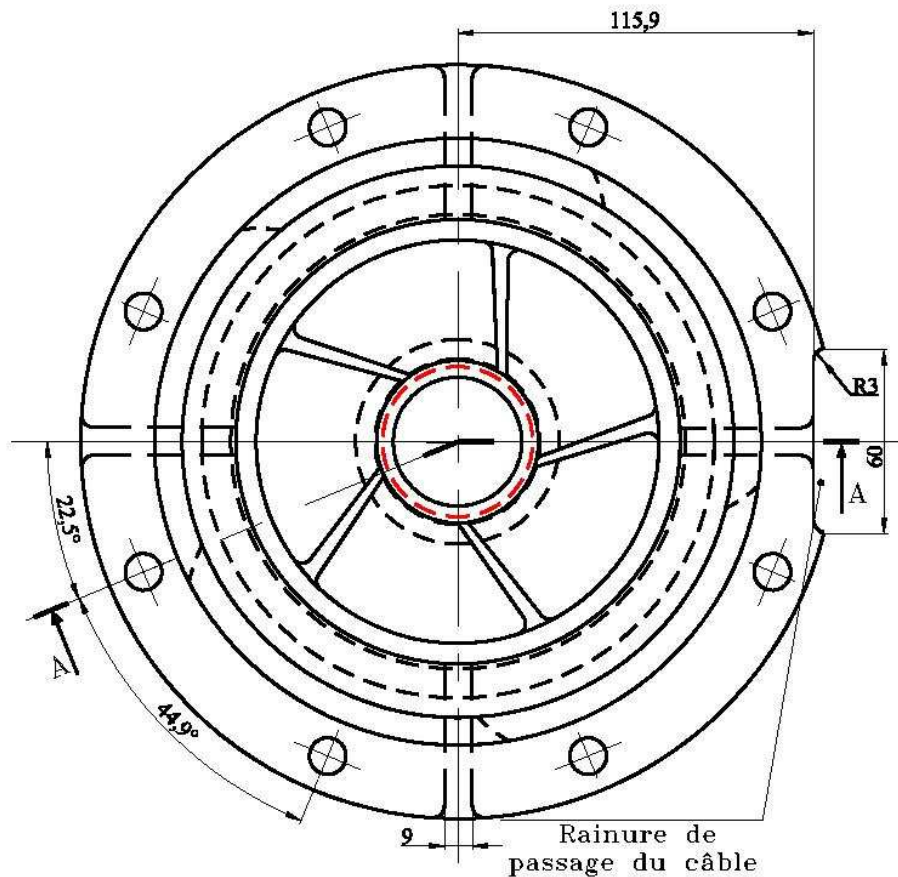
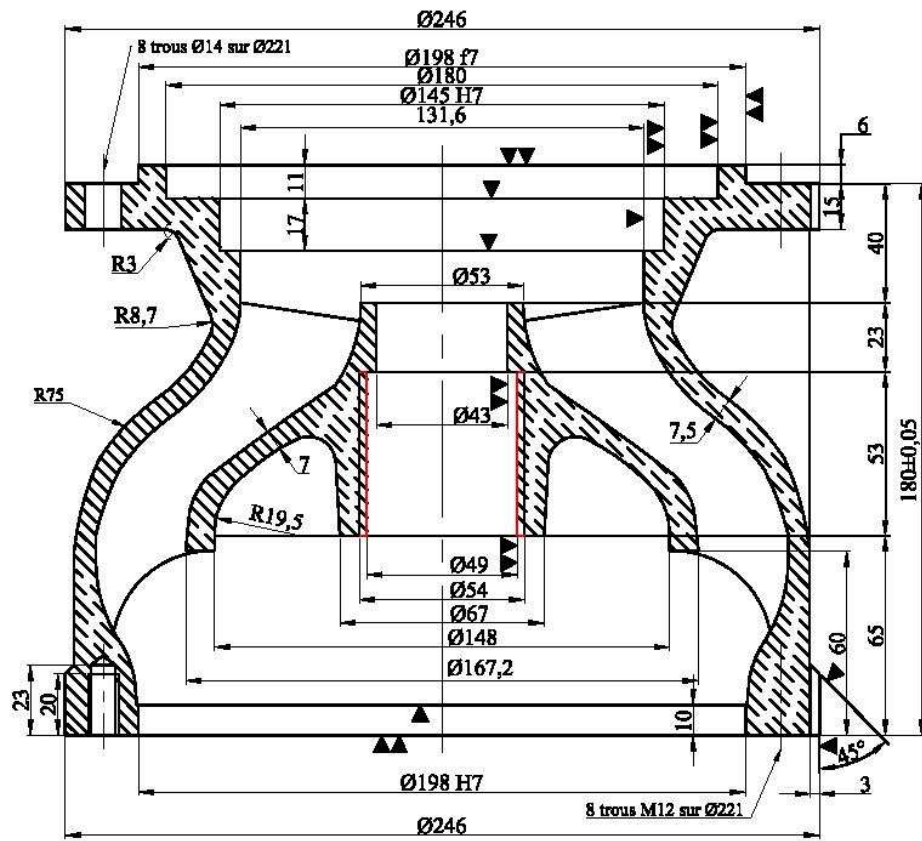


	MATERIE: Acciaio gr. 304 _____ _____ _____	DIMENSIONI: _____ _____ _____
	DESCRIZIONE: _____ _____ _____	DATA: _____ _____ _____
DESIGNAZIONE: DIFFUSORE Sup. 250S V1/V2(usiné)	_____ _____ _____	_____ _____ _____
- SECONDO I DISegni ESECUTIVI - SEI A FINE DI PRODUZIONE - PER IL CONTROLLO - - DI QUALITÀ PER IL PRODOTTORE - SECONDO I CRITERI DI QUALITÀ ESECUTIVI -		_____ _____ _____

**CHANFREIN NON COTE: 0.5x45°**



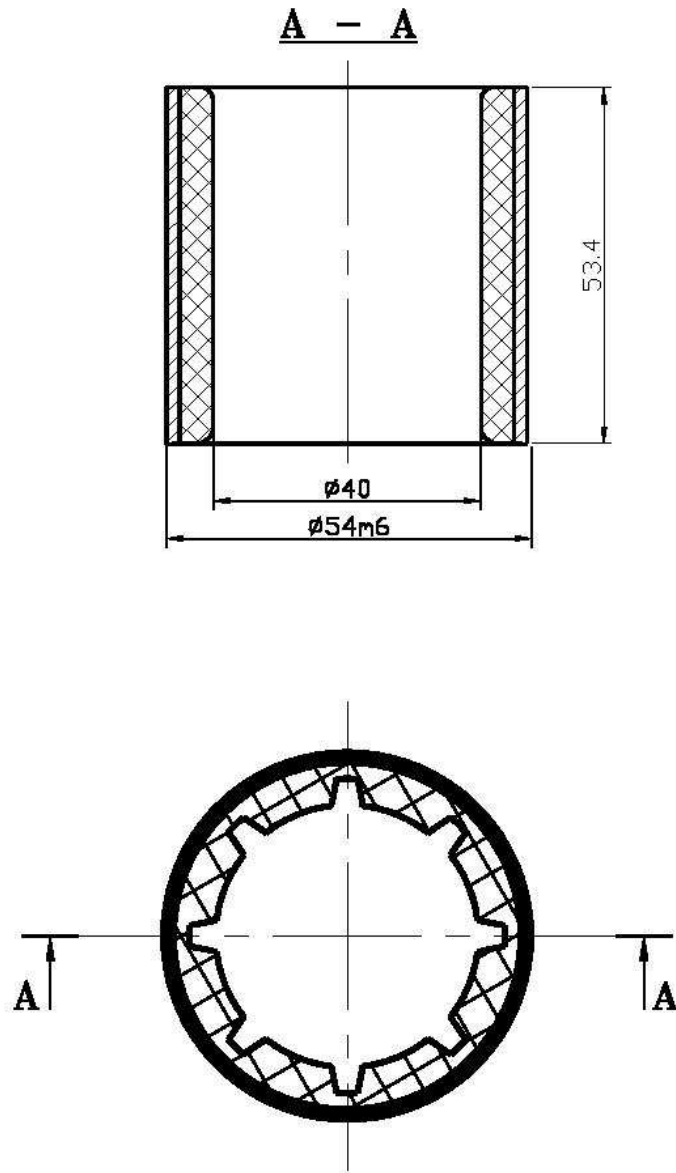
A - A




**CHANFREIN NON COTE: 0.5x45°**

	MATERIE: Fonte grise F100		REVISION: 001
	DIMENSIONI: mm TOLLERANZE: mm FINITURA: mm	DATA: / / AUTORE: / / VERIFICATO: / /	TIT: / / REVISIONI: / / PLAN N°: / /
DESIGNATION: DIFFUSEUR Inter. 250S V1/V2(usiné)			REVISIONI: / / PLAN N°: / /
- DOCUMENTO CHE SI RIFERISCE - NON A QUESTO DOCUMENTO GARANTITO PER IL MONTAGGIO - - CE DOCUMENT NE REFERE PAS - NE GARANTIT PAS LE MONTAGE -			



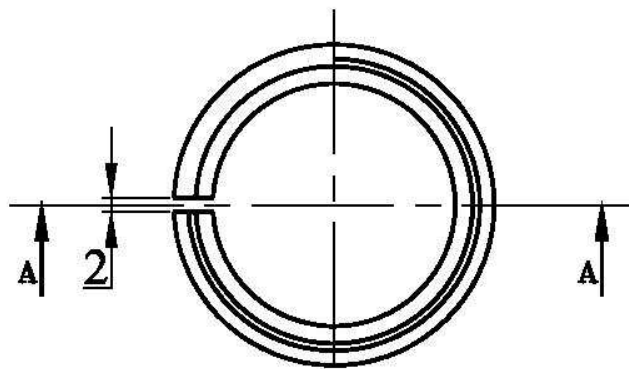
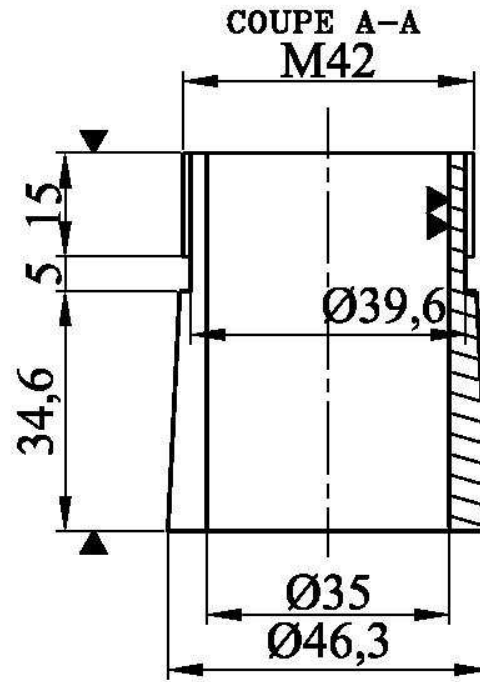


	INDICE:	DATE:	MODIFICATION:	DATE:
				DESSINE PAR:
				VERIFIE PAR:
				MATIERE:
<b>ENSEMBLE:</b> POMPE NUE 250S (10")				<b>PLAN N°:</b>
<b>DESIGNATION:</b> Coussinet 250S (10")				

-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR GARANTIE UNIQUEMENT PAR CE MOYEN-  
 -CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-








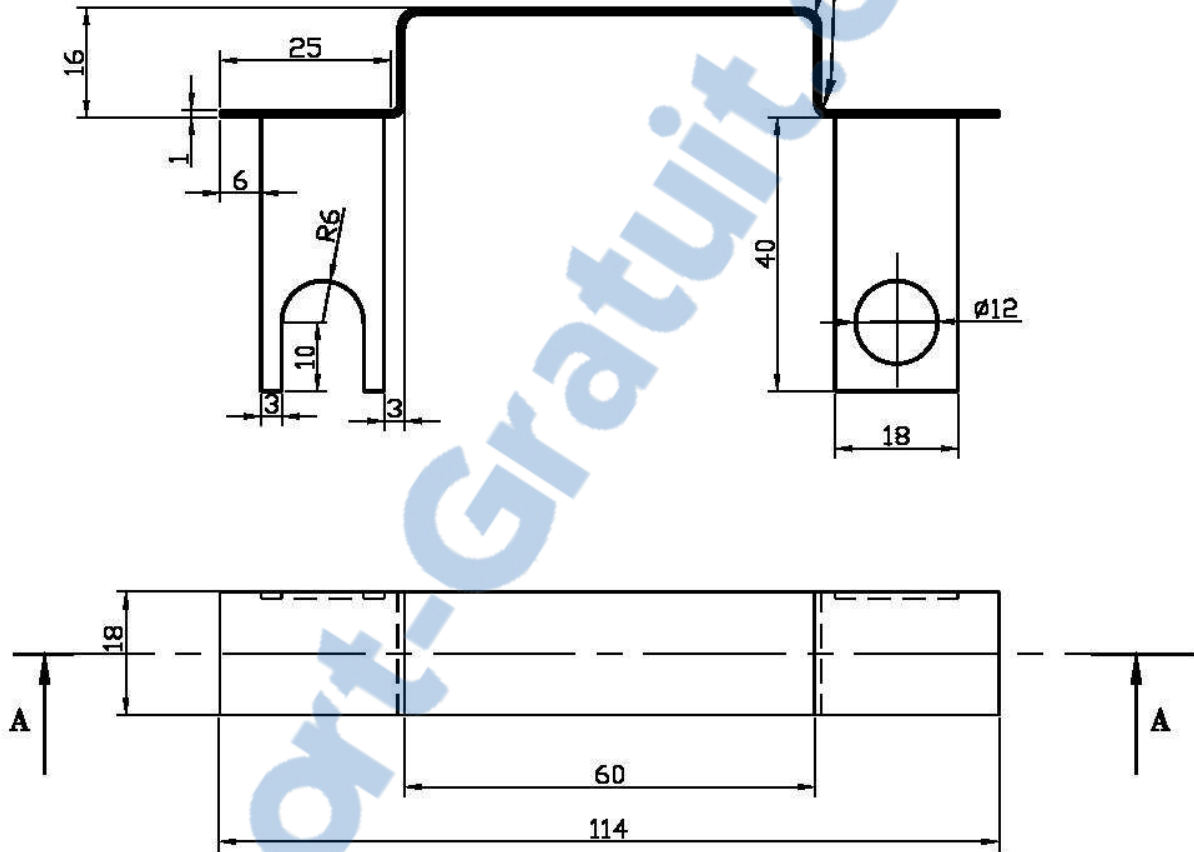
M42, Le pas = 4,5

L =

	INDICE:	DATE:	MODIFICATION:	DATE:
				DESSINE PAR:
				VERIFIE PAR:
				MATIERE:
<b>ENSEMBLE:</b> pompe nue 250 REC N				
<b>DESIGNATION:</b> Cône de blocage fileté 250				<b>PLAN N°</b>
-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR GARANTIE UNIQUEMENT PAR CE MOYEN- -CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-				

COUPE A-A

Rayon de pliage = 2mm



INDICE:	DATE:	MODIFICATION:

DATE:

DESSINE PAR:

VERIFIE PAR:

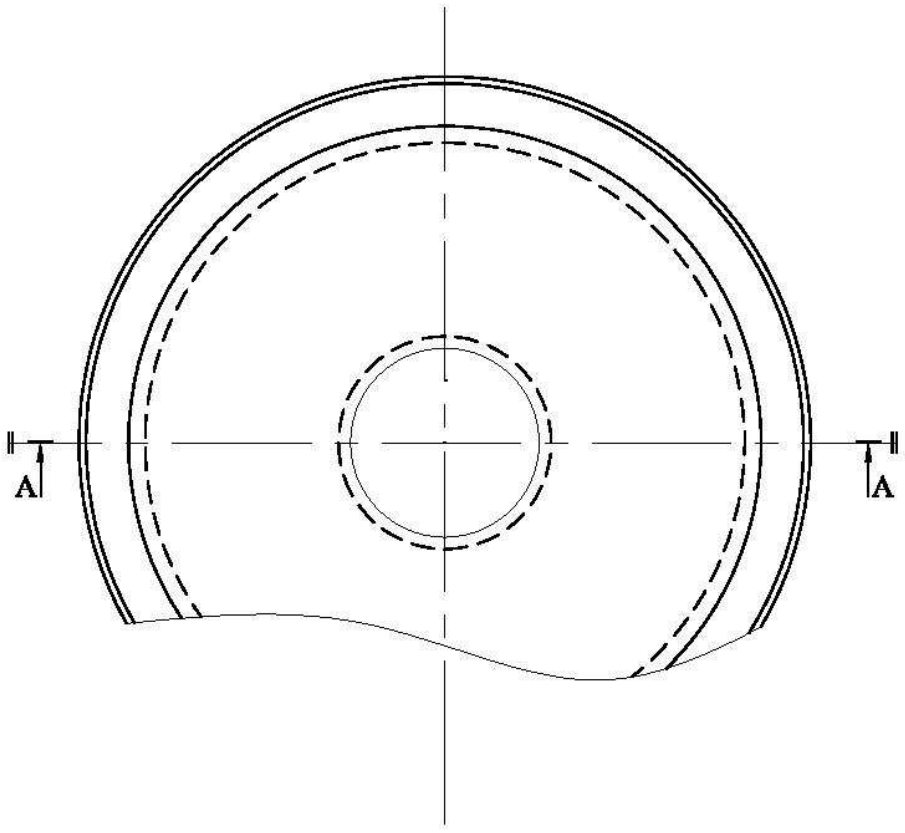
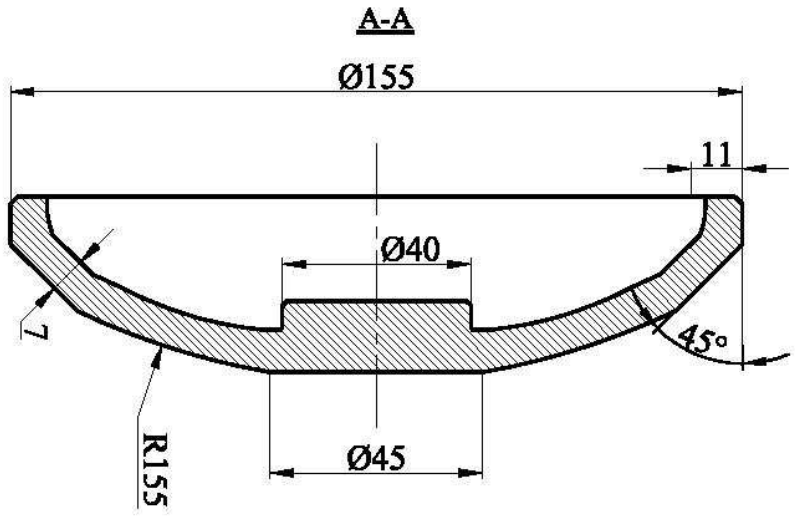
MATIERE:VOIR NOTA


ENSEMBLE:  
pompe nue 10"

DESIGNATION:  
**COLIER DE PROTEGE-  
CABLE Inox 10"**

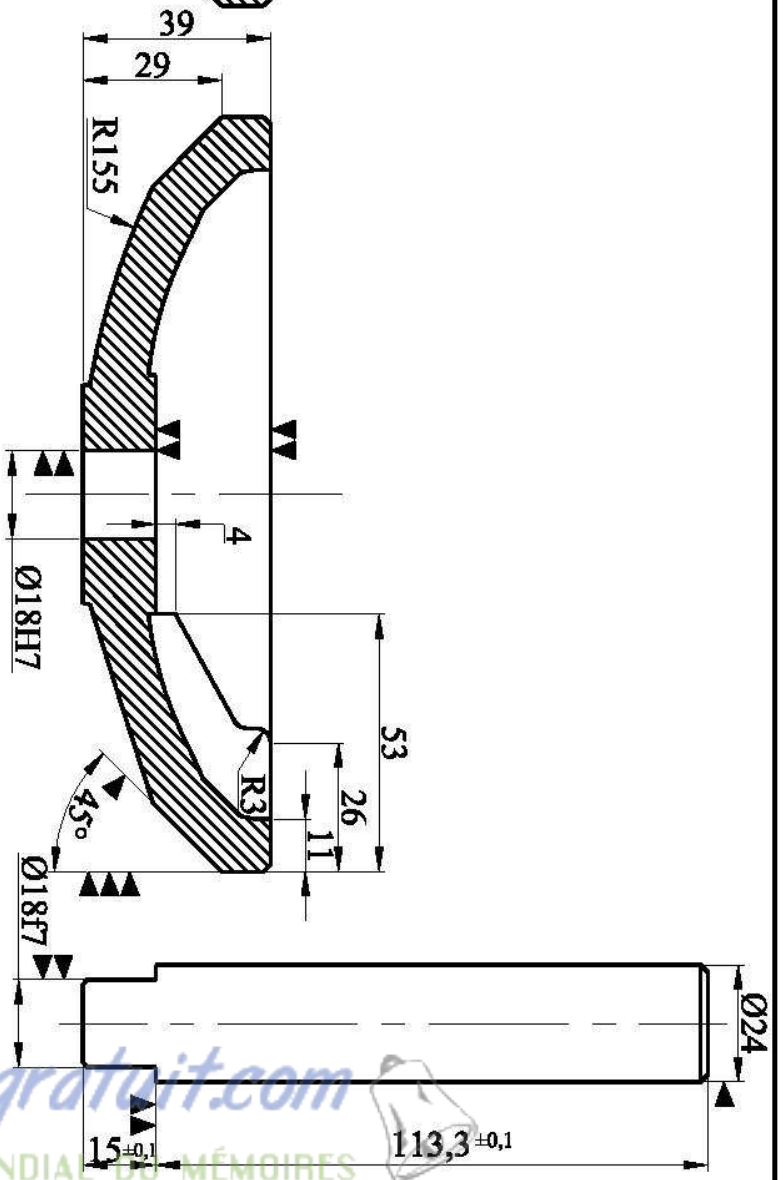
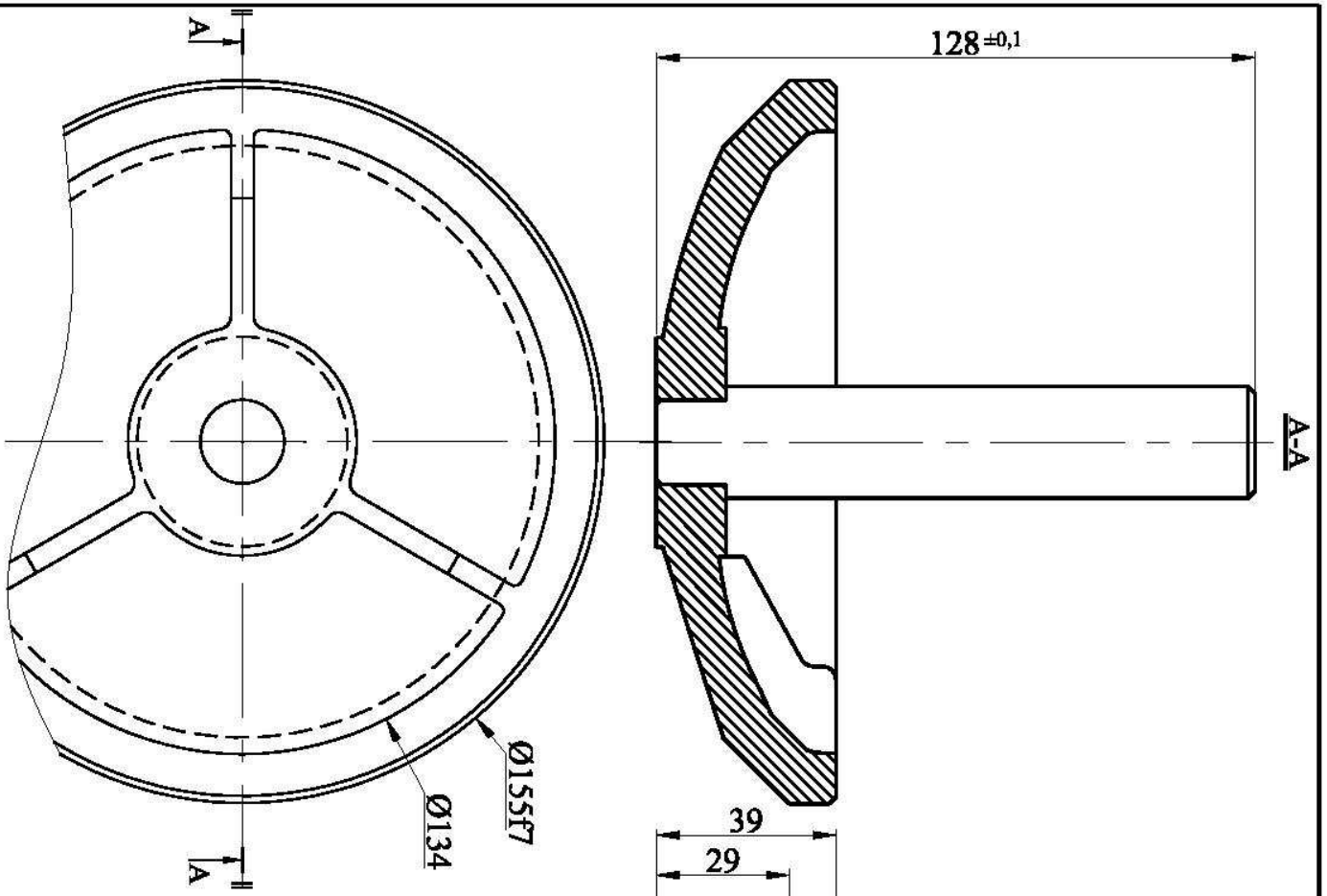
PLAN N°

-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR GRANTIE UNIQUEMENT PAR CE MOYEN-  
-CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-



		MATERIE:		DESIGNE PAR:	
ENERGIELE: ELECTROPOURTE				VERDIE PAR:	
SOOS-ENERGIELE POUPE NDE BRAS				LE:	
DESIGNATION:				Echil/1 PLAN N°:	
<b>CLAPET 250S V2 (10")</b>					
<small>           -DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE -MER A JOUR D'UNQUEMENT GARANTIE PAR CE MOTEN-            -CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVEE-         </small>					





Ch. 0.5x45°



MATERIE:		DRESINE PAR:	
INSTRUMENT: ELECTRODOUPE		VERBOD PAR:	
SOUS-INSTRUMENT: POINTE MUR SERRIS		LE:	

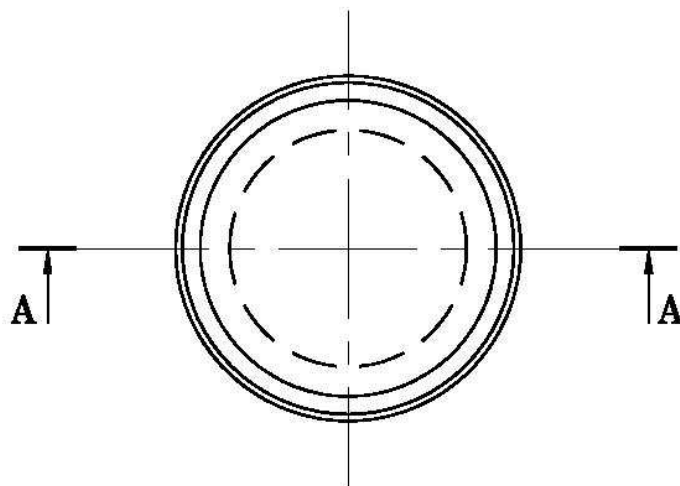
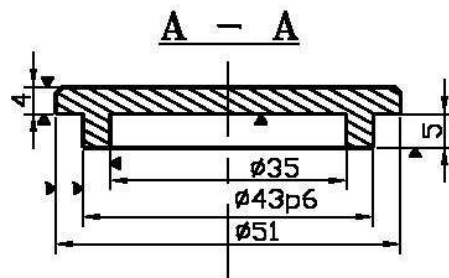
DESIGNATION: CLAPET 250S V1 (10")

Rev:1/1 PLAN N°:


-DOCUMENT GREE EN INFORMATIQUE -JOUR A JOUR UNIQUEMENT GARANTIE PAR CE MOYEN-  
 -CE DOCUMENT NEF NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-

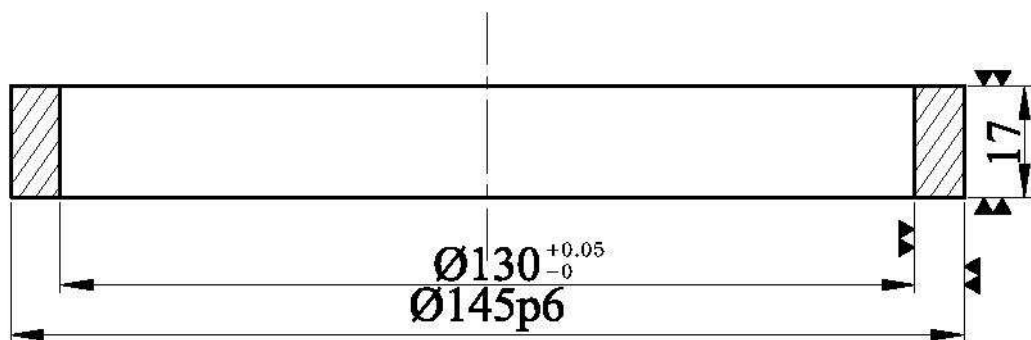
Rapport-gratuit.com  
 LE NUMERO 1 MONDIAL DE MEMOIRES





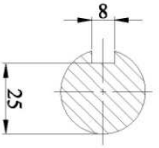
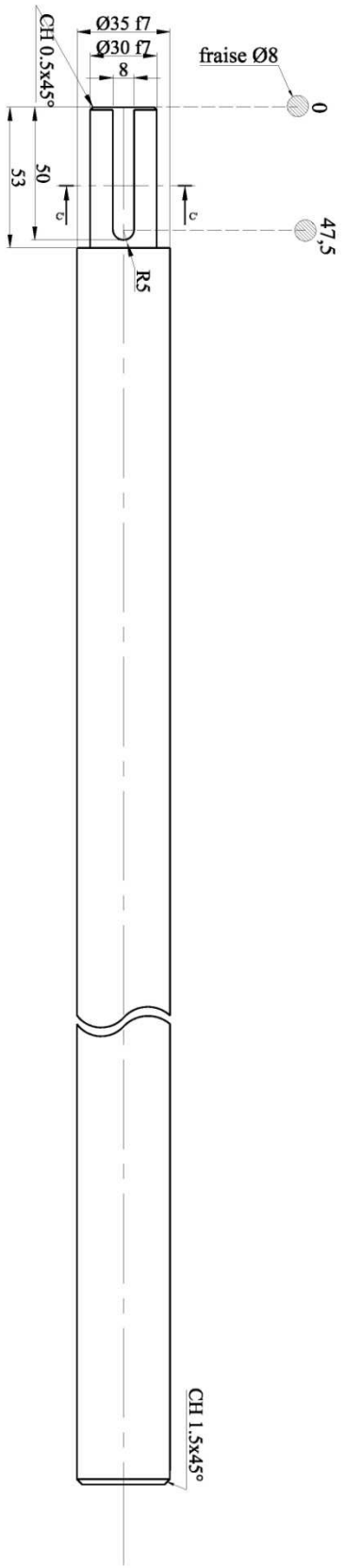
Ch. 0.5x45°

	INDICE:	DATE:	MODIFICATION:	DATE:
				DESSINE PAR:
				VERIFIE PAR:
				MATIERE:
<b>ENSEMBLE:</b> POMPE NUE 250S (10")				PLAN N°:
<b>DESIGNATION:</b> Bouchon 250S V2				
-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR GARANTIE UNIQUEMENT PAR CE MOYEN- -CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-				



	INDICE:	DATE:	MODIFICATION:	DATE:
				DESSINE PAR:
				VERIFIE PAR:
ENSEMBLE: POMPE NUE 250S (10")				MATIERE:
DESIGNATION: Bague d'usure 250S				PLAN N°:

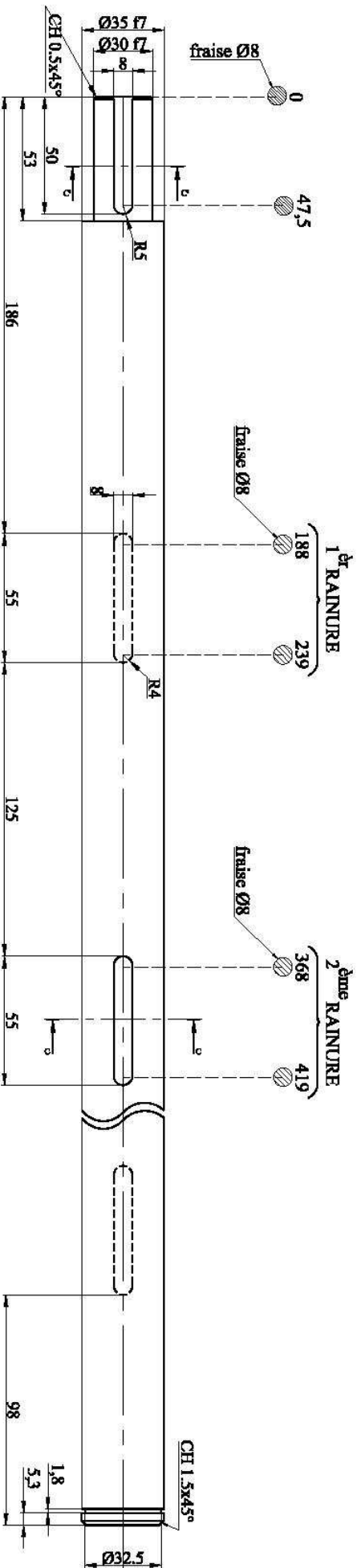
-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR GARANTIE UNIQUEMENT PAR CE MOYEN-  
 -CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-



COUPE C-C'

LONGUEUR TOTALE "L" FINIE	
1 Etage	302
2 Etages	482
3 Etages	662
4 Etages	842
5 Etages	1022
6 Etages	1202
7 Etages	1382
8 Etages	1562
9 Etages	1742
10 Etages	1922
11 Etages	2102

		MATIERE:		DESSINE PAR:
		INDICE	DATE	
ENSEMBLE: ELECTROPOMPE				VERIFIE PAR:
SOUS-ENSEMBLE: POMPE NUE 250S				
DESIGNATION: <b>Arbre 250S sur Accoup. 10" V2</b>				Ech:1/1
				PLAN N°:
-DOCUMENT CREÉ EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR UNIQUEMENT GARANTIE PAR CE MOYEN- -CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIÉTÉ-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-				

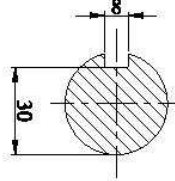
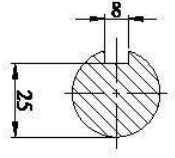


**COORDONNEES FRAISES  
-RAINURES-**

Rainure ø8	0	47,5
1 <sup>ère</sup> Rainure ø8	188	239
2 <sup>ème</sup> Rainure ø8	368	419
3 <sup>ème</sup> Rainure ø8	548	599
4 <sup>ème</sup> Rainure ø8	728	779
5 <sup>ème</sup> Rainure ø8	908	959
6 <sup>ème</sup> Rainure ø8	1088	1139
7 <sup>ème</sup> Rainure ø8	1268	1319
8 <sup>ème</sup> Rainure ø8	1448	1499
9 <sup>ème</sup> Rainure ø8	1628	1679
10 <sup>ème</sup> Rainure ø8	1808	1859

**LONGUEUR TOTALE  
"L" FINIE**

1 Etage	339
2 Etages	519
3 Etages	699
4 Etages	879
5 Etages	1059
6 Etages	1239
7 Etages	1419
8 Etages	1599
9 Etages	1779
10 Etages	1959
11 Etages	2139

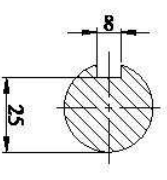
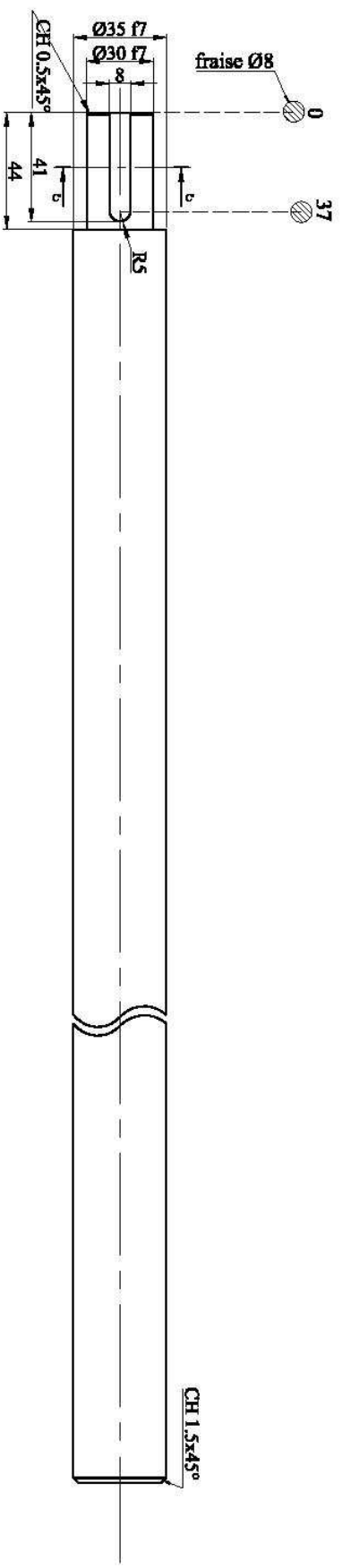


<b>MATIERE:</b>		<b>DESIGNE PAR:</b>	
<b>ENSEMBLE: ELECTROPOMPE</b>		<b>VERIFIE PAR:</b>	
<b>SOUS-ENSEMBLE: POMPE N°2 250S</b>		<b>DE:</b>	

**DESIGNATION: Arbre 250S sur Accoup. 10" V1**


Rev:1/1 PLAN N°:

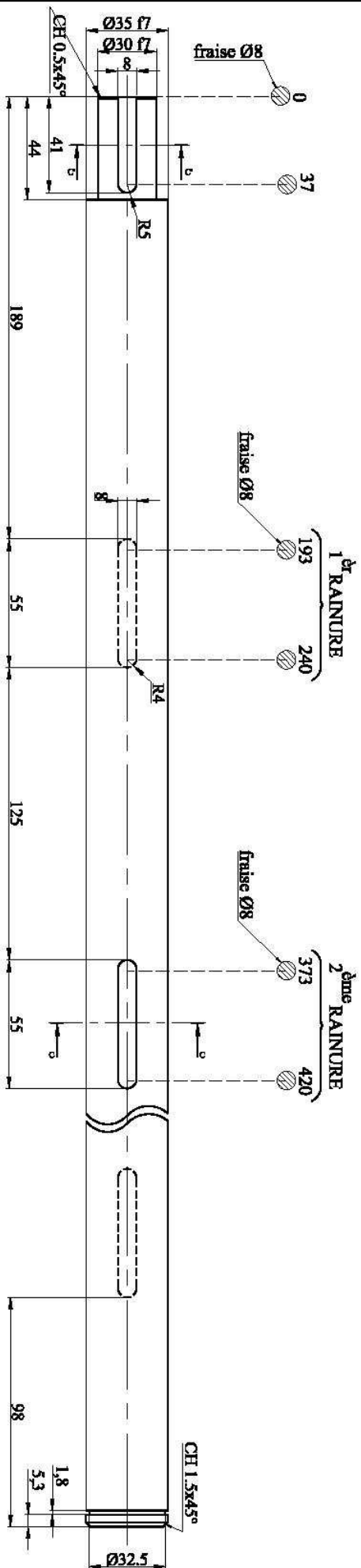
-DOCUMENT CREE EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR UNIQUEMENT GARANTIE PAR CE MOYEN-  
-CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-



COUPE C-C


LONGUEUR TOTALE "L" FINIE	
1 Etage	305
2 Etages	485
3 Etages	665
4 Etages	845
5 Etages	1025
6 Etages	1205
7 Etages	1385
8 Etages	1565
9 Etages	1745
10 Etages	1925
11 Etages	2105

		MATERIE:		DESIGNE PAR:	
		nom	type	date	
ENSEMBLE: ELECTROPOUMPE				VERIFIE PAR:	
SOUS-ENSEMBLE: POMPE N°2 250S				LE:	
DESIGNATION:				Rch:1/1	
Arbre 250S sur Accoup. 8" V2				PLAN N°:	
-DOCUMENT CREÉ EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR UNIQUEMENT GARANTIE PAR CE MOYEN-					
-CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIÉTÉ-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RÉSERVÉ-					



**COORDONNEES FRAISES  
-RAINURES-**

Rainure ø8	0	37	LONGUEUR TOTALE "L" FINIE
1 <sup>ère</sup> Rainure ø8	193	240	1 Etage 342
2 <sup>ème</sup> Rainure ø8	373	420	2 Etages 522
3 <sup>ème</sup> Rainure ø8	553	600	3 Etages 702
4 <sup>ème</sup> Rainure ø8	733	780	4 Etages 882
5 <sup>ème</sup> Rainure ø8	813	960	5 Etages 1062
6 <sup>ème</sup> Rainure ø8	1093	1140	6 Etages 1242
7 <sup>ème</sup> Rainure ø8	1273	1320	7 Etages 1422
8 <sup>ème</sup> Rainure ø8	1453	1500	8 Etages 1602
9 <sup>ème</sup> Rainure ø8	1633	1680	9 Etages 1782
10 <sup>ème</sup> Rainure ø8	1813	1860	10 Etages 1962
			11 Etages 2142



**ENSEMBLE: ELECTROPOMPE**

**SOUS-ENSEMBLE: POMPE NDE 250S**

**MATERIE:**

NUMERO	QUANTITE	REMARQUES

**DESIGNATION:** Arbre 250S sur Accoup. 8" V1

**DESIGNE PAR:**

**VERIFIE PAR:**

**LE:**

**Reb:1/1**

**PLAN N°:**

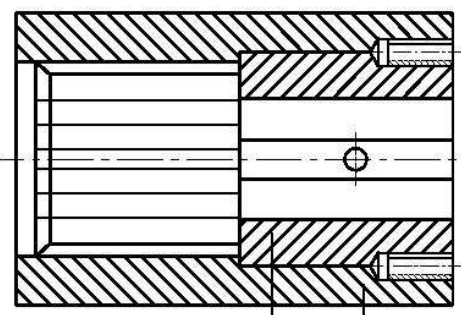
-DOCUMENT CREER EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR UNIQUEMENT GARANTIE PAR CE MOYEN-  
-CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-





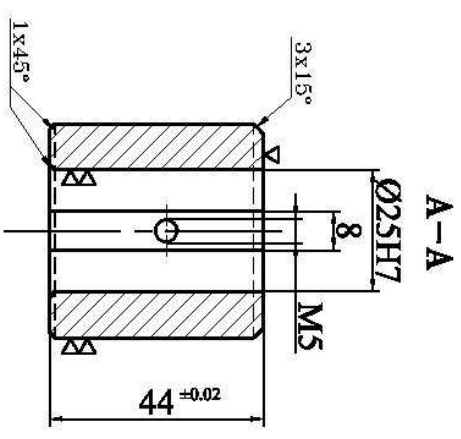
accouplement 8"

B-B

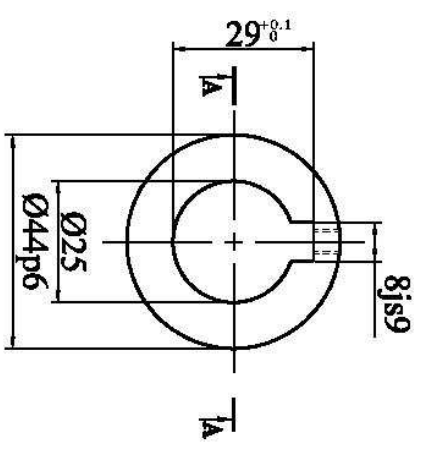
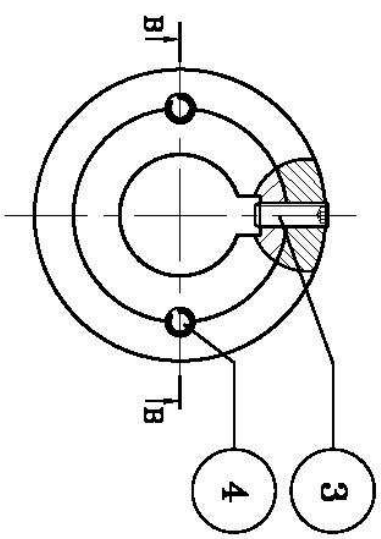
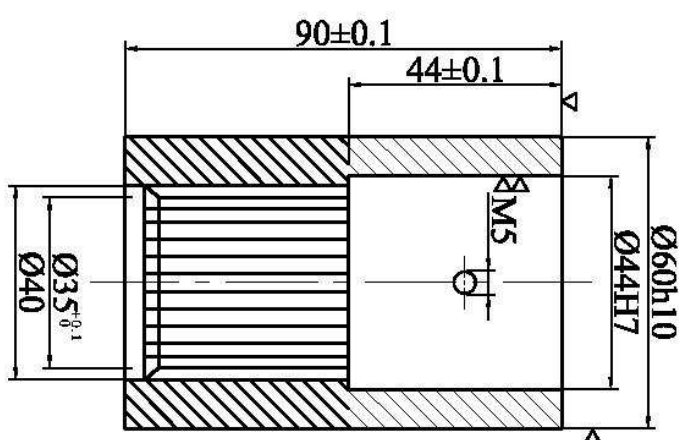


- 1
- 2

2: BAGUE CLAVETTE 8"



1: Corps d'Accouplement 8"



4	2	Goupille elastique epais 6-15	Inox	
3	1	Vis Hc à bout plat M5-14		
2	1	Bague clavette	Aisi 420	
1	1	Corps cannelé	Aisi 420	
Rep	Coef	Designation	Matière	Observation

MATERIE:		DRESINE PAR:	
REVISION:		VERIFIE PAR:	
SOLS-ENSEMBLE: POULE NDE 2808		LR:	

DESIGNATION: ACCOUPLEMENT 8"

Ech: PLAN N°:  
 -DOCUMENT CREER EN INFORMATIQUE -MISE A JOUR UNIQUEMENT GARANTIE PAR CE MOTEN-  
 -CE DOCUMENT EST NOTRE PROPRIETE-REPRODUCTION INTERDITE OU DROIT DE REPRODUCTION RESERVE-