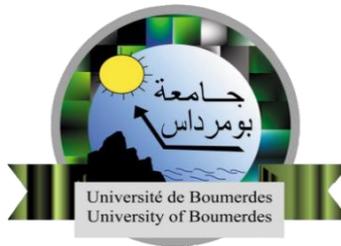


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie  
Département Génie Mécanique

## Mémoire de Master

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication Mécanique et Productique

### THEME

Étude, conception, fabrication et réalisation de plaquettes pour  
un étau de dévissage des tiges de forage

Présenté par :

M. DJELLABI Ouassim

M. MAKALA Ishak

Promoteur :

Dr. MANSER Belkacem

M. CHEKOUI Abd Elaziz

Promotion 2023 - 2024

# Résumé

Ce mémoire présente l'étude, la conception, la fabrication et la réalisation d'une plaquette pour un étai de dévissage de tige de forage. Le système de dévissage a été conçu à l'aide de SolidWorks®, et le comportement de la tige et des éléments du système a été simulé avec SolidWorks Simulation. L'étude a permis de définir et d'introduire les principaux paramètres, fonctions, types et caractéristiques des éléments impliqués dans la simulation. Les résultats obtenus ont été analysés et discutés, validant la conception et démontrant la fiabilité du système. La partie fabrication a été réalisée sur une machine-outil DMG DMU 95 monobloc, en utilisant un langage de programmation CNC (Code G) pour guider le processus d'usinage. La réalisation de la plaquette a permis de valider la conception et de démontrer la faisabilité du système de dévissage.

**Mots clés :** Étai de dévissage, Tige de forage, DMG DMU 95, SolidWorks, CNC (Code G), Fabrication.

## Abstract

This thesis presents the study, design, manufacturing, and realization of a jaw for a drill stem uncoupling chuck. The uncoupling system was designed using SolidWorks®, and the behavior of the drill stem and the elements of the proposed system was simulated using SolidWorks Simulation. The study involved defining and introducing the key parameters, functions, types, and characteristics of the elements involved in the simulation. The obtained results were analyzed and discussed, validating the design and demonstrating the reliability of the system.

The manufacturing phase was carried out on a DMG DMU 95 monobloc machine tool, using CNC programming language (Code G) to guide the machining process. The realization of the jaw validated the design and demonstrated the feasibility of the uncoupling system.

**Keywords :** Uncoupling Chuck, Drill Stem, DMG DMU 95, SolidWorks, CNC (Code G), Manufacturing.

## ملخص

تُقدم هذه الأطروحة دراسة وتصميم وصناعة الرذيلة التي تفك قضب الحفر. تم تصميم نظام الفك باستخدام برنامج SolidWorks®، وتم محاكاة سلوك ساق الحفر وعناصر النظام المقترح باستخدام SolidWorks Simulation. أدت الدراسة إلى تحديد وإدخال المعلمات الرئيسية والوظائف وأنواع وخصائص العناصر المشاركة في المحاكاة. تم تحليل ومناقشة النتائج التي تم الحصول عليها، مما أدى إلى التحقق من صحة التصميم وإثبات موثوقية النظام.

تم تنفيذ مرحلة التصنيع على آلة تشكيل DMG DMU 95 monobloc، باستخدام لغة برمجة CNC (Code G) لتوجيه عملية التصنيع. أثبت تنفيذ فك صحة التصميم وأظهر إمكانية تطبيق نظام الفك.

**الكلمات المفتاحية:** رذيلة الفك، ساق الحفر، DMG DMU 95، SolidWorks، CNC (Code G)، تصنيع.

# Remerciements

Nous remercions en premier lieu « **ALLAH** » de tout puissant de nous avoir donné la santé et le pouvoir d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à remercier nos parents pour leur soutien moral et financier.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre gratitude à notre promoteur M. MANSER Belkacem pour ses conseils, ses orientations ainsi que sa disponibilité tout au long de notre travail.

Nous adressons mes sincères remerciements à tous les enseignants, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions durant nos recherches.

Nous remercions également toute l'équipe de l'entreprise SFT pour nous avoir dirigé et orienté pendant toute la durée de notre stage et en particulier M. CHEKOUI Abdelaziz.

En fin, aux honorables membres du Jury qui nous font l'honneur d'examiner notre modeste travail.



# *Dédicace*

*Je tiens à dédier ce travail.*

*A ma très chère **mère** et à mon très cher **père**, en témoignage et en gratitude de leurs dévouements, de leur soutien et prières durant toutes mes années d'études, de leurs sacrifices illimités, leur réconfort moral, eux qui ont consenti tant d'effort pour mon éducation, mon instruction et pour me permettre d'atteindre ce but.*

*A ceux qui sont la source de mon inspiration et mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance.*

*A mes cher **frères**,*

*A mes Chère **sœur**,*

*A toute m **famille**,*

*A tous **mes amis**,*

*A tous **ceux qui m'aiment**.*

*A mes deux petite anges **rabia** et **maram**,*

***Makala ishak***





# *Dédicace*

*Je tiens à dédier ce travail.*

*A ma très chère **mère** et à mon très cher **père**, en témoignage et en gratitude de leurs dévouements, de leur soutien et prières durant toutes mes années d'études, de leurs sacrifices illimités, leur réconfort moral, eux qui ont consenti tant d'effort pour mon éducation, mon instruction et pour me permettre d'atteindre ce but.*

*A ceux qui sont la source de mon inspiration et mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance.*

*A mon cher **frère**,*

*A ma Chère **sœur**,*

*A mes deux petite anges **anyle** et **ailine**,*

*A toute ma **famille**,*

*A tous **mes amis**,*

*A tous **ceux qui m'aiment**.*

***Djellabi ouassim***



# Table des matières

<b>Table des matières</b>	<b>i</b>
<b>Table des figures</b>	<b>v</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>vii</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>Présentation de l'entreprise SFT- Oeled Haddaj</b>	<b>3</b>
<b>Chapitre I : Système de dévissage des tiges de forage</b>	<b>9</b>
Introduction.....	9
1 Étaux de dévissage .....	9
1.1 Définition des étaux de dévissage.....	9
1.2 Différents types d'étaux de dévissage.....	9
1.2.1 Étaux de dévissages classiques.....	9
1.2.2 Étaux de dévissage rotatif .....	10
1.2.3 Étaux de précision .....	10
1.2.4 Étaux de dévissage hydraulique .....	10
2 Choix d'un étau de dévissage.....	10
3 Applications pratiques des étaux de dévissage .....	11
4 Systèmes de dévissage des tiges de forage .....	12
4.1 Systèmes manuels .....	12
4.1.1. Clé à main.....	12
4.1.2. Clé à cliquet.....	12
4.1.3. Clé dynamométrique .....	12
4.1.4. Tendeur de tiges.....	13
4.1.5. Barre d'extension .....	13
4.2 Système de nos jours.....	14
4.2.1. Systèmes de dévissage automatisés .....	14
4.2.2. Systèmes de dévissage à couple intelligent.....	14
4.2.3. Systèmes de dévissage avec clés de verrouillage .....	14
4.2.4. Systèmes de dévissage portables et compacts.....	15
4.2.5. Systèmes de dévissage avec mâchoires auto-ajustables .....	15
5 Étaux de dévissage des tiges de forage.....	15

5.1	Processus d'ajout des tiges de forage.....	16
5.2	Fonctionnement des étaux de dévissage des tiges de forage .....	16
5.3	Types d'étaux de dévissage des tiges de forage .....	17
5.4	Avantage des étaux de dévissage des tiges de forage .....	17
5.5	Applications des étaux de dévissage des tiges de forage .....	18
5.5.1.	Forage pétrolier et gazier .....	18
5.5.2.	Forage de puits d'eau.....	18
5.5.3.	Forage géothermique .....	19
5.5.4.	Forage de sondages.....	19
5.6	But d'un étau de dévissage des tiges de forage.....	19
5.6.1.	Remplacer le trépan .....	19
5.6.2.	Ajouter des tiges de forage.....	19
5.6.3.	Réparer ou entretenir l'équipement .....	19
5.7	Accessoires d'un étau de dévissage des tiges de forage .....	20
5.8	Risques liés à l'utilisation d'un étau de dévissage de tiges de forage.....	21
	Conclusion .....	22
	<b>Chapitre II : Étude et conception de système de dévissage de tiges de forage</b>	<b>23</b>
	Introduction.....	23
1	Structure des tiges de forage .....	23
1.1	Définition.....	23
1.2	Caractéristique .....	24
1.3	Positionnement.....	24
2	Présentation de logiciel SolidWorks .....	25
2.1	Description.....	25
2.2	Pourquoi choisir SolidWorks® ? .....	26
2.3	Fonctionnalités de SolidWorks® .....	26
3	Conception de système dévissage .....	26
3.1	Conception de la tige .....	27
3.2	Conception de système de dévissage.....	27
4	Description des éléments du système de dévissage.....	28
4.1	Chemise .....	28
4.2	Piston.....	30
4.3	Palier.....	31
4.4	Tige.....	32

4.5	La chape.....	32
4.6	Vis .....	33
4.7	Goupille .....	34
4.8	Plaquette .....	35
5	Développement de système de dévissage de tige de forage.....	36
5.1	Problématique .....	36
5.2	Solution.....	36
	Conclusion .....	37
<b>Chapitre III : Simulation numérique d'un système d'étau de dévissage des tiges de forage</b>		<b>38</b>
	Introduction.....	38
1	Simulation numérique.....	38
1.1	Définition de la simulation .....	38
1.2	SolidWorks simulation .....	39
1.3	Gamme SolidWorks simulation.....	39
1.4	Fonctionnalités de SolidWorks Simulation .....	39
2	Processus d'analyse .....	40
3	Résultats et discussion de la simulation.....	40
3.1	Analyse et simulation de la tige .....	40
3.1.1.	Charges et condition aux limites .....	40
3.1.2.	Maillage de modèle.....	40
3.1.3.	Résultats de la simulation de la tige.....	42
3.2	Analyse et simulation des plaquettes .....	44
3.2.1.	Charges et condition aux limites .....	44
3.2.2.	Maillage de modèle.....	44
3.2.3.	Résultats de la simulation de la plaquette avec goupilles .....	45
	Conclusion .....	49
<b>Chapitre IV : Fabrication des plaquettes sous DMU 95 Monobloc</b>		<b>50</b>
	Introduction.....	50
1	Présentation DMG.....	50
1.1	Gamme de produits .....	50
1.2	Technologies avancées .....	50
1.3	Solutions intégrées .....	50
1.4	Qualité et fiabilité.....	51

1.5	Service et support client .....	51
2	Machine utilisée: DMU 95 monobloc .....	51
2.1	Conception monoblocs .....	51
2.2	Système de commande numérique (CNC) .....	51
2.3	Axes de déplacement multi directionnels .....	51
2.4	Changeur d'outils automatique.....	51
2.5	Système de refroidissement intégré .....	51
2.6	Interface utilisateur conviviale.....	52
2.7	Applications variées .....	52
3	Les différentes origines des MOCN .....	52
4	Fonctions définissant la nature des données opératoires .....	52
5	Fonctions auxiliaires normalisées M.....	54
6	Fonctions assurant simultanément plusieurs actions.....	55
7	Programme CNC (Code G) de la plaquette usinée .....	56
	Conclusion .....	59
	<b>Conclusion générale</b>	<b>60</b>
	<b>Références Bibliographiques</b>	<b>62</b>

# Table des figures

## Chapitre I

<b>Figure I. 1</b> : Étau classique .....	9
<b>Figure I. 2</b> : Étau rotatif .....	10
<b>Figure I. 3</b> : Étau de précision .....	10
<b>Figure I. 4</b> : Étau de dévissage hydraulique [3] .....	10
<b>Figure I. 5</b> : Étau de dévissage dans la métallurgie .....	11
<b>Figure I. 6</b> : Étau de dévissage dans la menuiserie .....	11
<b>Figure I. 7</b> : Étau de dévissage sur site [3] .....	11
<b>Figure I. 8</b> : Diffèrent clé à main .....	12
<b>Figure I. 9</b> : Diffèrent clé cliquet .....	12
<b>Figure I. 10</b> : Clé dynamométrique .....	12
<b>Figure I. 11</b> : Nouveau système d'étaux de dévissage des tiges de forage [3] .....	14
<b>Figure I. 12</b> : Système de dévissage avec clés de verrouillage [3] .....	14
<b>Figure I. 13</b> : Système de dévissage portable et compact .....	15
<b>Figure I. 14</b> : Étau de dévissage de la tige de forage [3] .....	15
<b>Figure I. 15</b> : Processus d'ajout des tiges de forage [6] .....	16
<b>Figure I. 16</b> : Composantes d'étau de dévissage [4] .....	16
<b>Figure I. 17</b> : Forage pétrolier .....	18
<b>Figure I. 18</b> : Forage de puits .....	18
<b>Figure I. 19</b> : Forage géothermique .....	19
<b>Figure I. 20</b> : Forage de sondage .....	19

## Chapitre II

<b>Figure II. 1</b> : Tiges de forage .....	23
<b>Figure II. 2</b> : Position de la tige entraînant le dévissage avec un étau [3] .....	24
<b>Figure II. 3</b> : Tige de forage dessiné avec SolidWorks .....	27
<b>Figure II. 4</b> : Système de dévissage dessiné avec SolidWorks .....	27
<b>Figure II. 5</b> : Description de système de dévissage .....	28
<b>Figure II. 6</b> : Chemise du système de levage dessiné avec SolidWorks .....	29
<b>Figure II. 7</b> : Piston dessiné avec SolidWorks .....	30
<b>Figure II. 8</b> : Palier dessiné avec SolidWorks .....	31
<b>Figure II. 9</b> : Tige dessinée avec SolidWorks .....	32
<b>Figure II. 10</b> : Chape dessinée avec SolidWorks .....	32

## Table des figures

---

<b>Figure II. 11</b> : Vis dessiné avec SolidWorks .....	33
<b>Figure II. 12</b> : Goupille dessinée avec SolidWorks .....	34
<b>Figure II. 13</b> : Plaquette 1 dessinée avec SolidWorks .....	35
<b>Figure II. 14</b> : Plaquette 2 dessinée avec SolidWorks .....	36
<b>Figure II. 15</b> : Photo réelle d'une plaquette usinée .....	37
<b>Figure II. 16</b> : Arrachement des goupilles de la plaquette .....	37
<b>Figure II. 17</b> : Solution de plaquettes dessinée avec SolidWorks.....	37

### Chapitre III

<b>Figure III. 1</b> : Tige sous charges réparties et conditions aux limites .....	41
<b>Figure III. 2</b> : Tige sous maillage volumique .....	41
<b>Figure III. 3</b> : Distribution des contraintes équivalentes de Von-mises sur la tige .....	42
<b>Figure III. 4</b> : Distribution du coefficient de sécurité sur la tige .....	43
<b>Figure III. 5</b> : Distribution de champ de déplacement de la tige .....	43
<b>Figure III. 6</b> : Plaquette usinée avec sous forces appliquées et conditions aux limites .....	44
<b>Figure III. 7</b> : Plaquette avec goupilles sous forces appliquées et conditions aux limites .....	44
<b>Figure III. 8</b> : Plaquette usinée sous maillage .....	45
<b>Figure III. 9</b> : Plaquette avec goupilles sous maillage .....	45
<b>Figure III. 10</b> : Distribution des contraintes équivalentes sur la plaquette avec goupilles .....	46
<b>Figure III. 11</b> : Distribution de champ de déplacement sur la plaquette avec goupilles.....	46
<b>Figure III. 12</b> : Distribution du coefficient de sécurité sur la plaquette avec goupilles.....	47
<b>Figure III. 13</b> : Distribution des contraintes équivalentes sur la plaquette usinée.....	48
<b>Figure III. 14</b> : Distribution de champ de déplacement sur la plaquette usinée .....	48
<b>Figure III. 15</b> : Distribution du coefficient de sécurité sur la plaquette usinée .....	49

### Chapitre IV

<b>Figure IV. 1</b> : Machine DMU 95 Monobloc à 5 axes (SFT) .....	52
<b>Figure IV. 2</b> : Pièce brute .....	57
<b>Figure IV. 3</b> : Premier cycle (ébauche) .....	57
<b>Figure IV. 4</b> : Cycle intermédiaire (demi-finition) .....	58
<b>Figure IV. 5</b> : Dernier cycle (finition) .....	58

# Liste des tableaux

## Chapitre II

<b>Tableau II. 1 :</b> Tailles et les poids des tiges de forage (SFT).....	24
<b>Tableau II. 2 :</b> Caractéristique de tige estimée par SolidWorks® .....	26
<b>Tableau II. 3 :</b> Caractéristique des éléments de dévissage .....	28
<b>Tableau II. 4 :</b> Propriété mécanique du matériau E355 .....	29
<b>Tableau II. 5 :</b> Caractéristiques mécaniques de chemise .....	29
<b>Tableau II. 6 :</b> Propriété mécanique de matériau C45 .....	30
<b>Tableau II. 7 :</b> Caractéristique mécanique du piston .....	30
<b>Tableau II. 8 :</b> Propriété mécanique d'un matériau X20Cr13 .....	31
<b>Tableau II. 9 :</b> Caractéristique mécanique de palier .....	31
<b>Tableau II. 10 :</b> Caractéristique mécanique de palier .....	32
<b>Tableau II. 11 :</b> Propriété mécanique de matériau XC38.....	33
<b>Tableau II. 12 :</b> Caractéristique mécanique de la chape .....	33
<b>Tableau II. 13 :</b> Propriété mécanique de matériau S275 .....	34
<b>Tableau II. 14 :</b> Caractéristique mécanique de vis.....	34
<b>Tableau II. 15 :</b> Propriété mécanique de matériau 42CD4.....	35
<b>Tableau II. 16 :</b> Caractéristique mécanique de goupille .....	35
<b>Tableau II. 17 :</b> Caractéristique mécanique de plaquettes 1.....	36
<b>Tableau II. 18 :</b> Caractéristique mécanique de plaquette 2.....	36

## Chapitre IV

<b>Tableau IV. 1 :</b> Fonctions préparatoires G. ....	53
<b>Tableau IV. 2 :</b> fonctions auxiliaires M .....	56

# Introduction générale

L'industrie de l'exploration et de la production de pétrole et de gaz, ainsi que les secteurs de la géotechnique et d'exploitation minière, dépendent fortement des opérations de forage de précision. Ces opérations sont souvent réalisées dans des environnements exigeants et difficiles, tels que ceux que l'on trouve dans des endroits reculés ou sur des plateformes de forage en mer [1].

Le succès de ces opérations dépend de plusieurs facteurs, notamment de l'efficacité de l'équipement utilisé. L'un des outils les plus importants utilisés dans ces opérations est l'étau de dévissage des tiges de forage, qui joue un rôle essentiel dans le démontage et la réparation des tiges de forage. Le processus de forage est continu ; pour maintenir l'efficacité opérationnelle, les tiges de forage doivent être régulièrement remplacées ou reconfigurées pour répondre aux exigences de forage spécifiques du site [1].

L'étau de dévissage des tiges de forage est un équipement crucial dans ce processus, car il permet de démonter les tiges de forage en toute sécurité et de manière efficace. Avant l'introduction des étaux mécaniques pour le démontage des tiges de forage, le processus était effectué manuellement, ce qui prenait beaucoup de temps et était potentiellement dangereux pour les travailleurs [2].

L'invention des étaux de démontage des tiges de forage a considérablement amélioré la sécurité, l'efficacité et la fiabilité de l'ensemble du processus. En général, un étau de dévissage des tiges de forage comprend plusieurs éléments clés, tels que des mâchoires de serrage robustes et une structure de support capable de résister aux contraintes de torsion. Le dispositif est actionné manuellement, pneumatiquement, hydrauliquement ou électriquement.

La fonction première de l'étau de dévissage des tiges de forage est d'assurer un dévissage efficace des tiges de forage, de les extraire en toute sécurité d'un trou de forage et de serrer et desserrer différents éléments de la tige de forage. Cela comprend les tiges de forage elles-mêmes, les outils de fond de trou et d'autres accessoires.

L'entreprise SFT (Service Forage et Tournage) a pris l'initiative de moderniser l'atelier mécanique et d'améliorer les méthodes de fabrication. Le bureau d'étude de l'atelier mécanique nous a confié l'étude, la conception et la fabrication d'une plaquette d'un étau de dévissage des tiges de forage dans le cadre de notre projet de fin de cycle Master.

L'objectif de cette étude est de concevoir un système de dévissage des tiges de forage de manière sûre, précise et sécuritaire, et de simuler son comportement (la résistance de ses éléments) pendant les conditions de fonctionnement (vissage/dévissage des tiges).

## Introduction générale

---

Pour répondre aux objectifs fixés dans le cadre de cette étude, nous structurerons ce présent manuscrit en quatre chapitres :

- **Chapitre I** : présentera des généralités sur les étaux de dévissage et leurs différents types, ainsi que leurs applications pratiques. Nous rappellerons les avantages et les inconvénients des nouveaux et anciens systèmes de dévissage, ainsi que leur fonctionnement. Enfin, nous terminerons ce chapitre en mentionnant les risques liés à l'utilisation et les accessoires d'un étau de dévissage des tiges de forage.
- **Chapitre II** : sera consacré à la structure de la tige de forage, puis à une conception numérique via le logiciel SolidWorks®, ainsi que le choix du matériau utilisé pour chaque élément de ce système. L'objectif principal de ce chapitre est de mettre en exergue les outils nécessaires pour faire la simulation de la tige et du système sous les conditions de fonctionnement.
- La simulation numérique, via le logiciel SolidWorks Simulation et Motion, de la tige et des différents éléments du système, ainsi que l'analyse et la dissertation des résultats obtenus, feront l'objet du **Chapitre III**.
- **Chapitre IV** : présentera le constructeur (DMG) de la machine utilisée (DMU 95 monobloc), ainsi que les différentes origines, les fonctions préparatoires G et les fonctions auxiliaires M. Enfin, nous insérerons notre code G pour fabriquer la plaquette usinée.

En conclusion, l'étau à dévisser les tiges de forage est un outil essentiel dans l'industrie moderne du forage. Son utilisation renforce la sécurité et l'efficacité sur le site de forage, réduit les contraintes physiques pour les travailleurs et assure des transitions opérationnelles sans heurts. En respectant les protocoles de sécurité, les routines d'entretien et les procédures de manipulation appropriées, les étaux à déboîter les tiges de forage peuvent être utilisés de manière efficace et sûre.

# Présentation de l'entreprise SFT - Ouled Haddadj



L'EURL Services Forage et Tournage (SFT), Entreprise privé Economique constituée en société par actions depuis octobre 2017, elle se positionne comme un leader incontesté dans l'arène de la maintenance industrielle et des techniques de forage. La compagnie adopte une démarche holistique dans son offre de service, mettant en avant une expertise technique pointue pour répondre aux demandes pointues émanant de secteurs aussi critiques que les travaux publics, le bâtiment, l'hydraulique, et l'industrie lourde.



*Figure 1 : Entreprise SFT - Ouled Haddadj*

## 1. Domaines d'expertise et gamme de services

SFT excelle particulièrement dans plusieurs domaines spécifiques :

### 1.1. Maintenance d'Organes Hydrauliques

Comprenant la centralité des systèmes hydrauliques dans de nombreuses industries, SFT apporte une attention méticuleuse à la maintenance de ces systèmes essentiels. La compagnie assure non seulement la maintenance préventive régulière mais aussi les interventions correctives nécessaires pour garantir la continuité opérationnelle des équipements industriels.

#### Service hydraulique proposé :

- Fabrication de vérins hydrauliques neufs, sur présentation de modèle ou de plan.
- Réparation et rénovations de tout type de vérins hydrauliques.
- Fourniture et montage de pompes hydrauliques neuves.
- Réparation de pompes hydrauliques.
- Fabrication de tout type de joints hydrauliques.
- Fabrication de tout type de flexibles hydrauliques.
- La matière première utilisée est disponible au sein de l'entreprise, elle provient de l'union européenne, elle est constituée de :
  - Chemises rodées pour vérins de différents diamètres ;
  - Tiges chromées pour vérins de différents diamètres ;
  - Matières premières pour fabrication de joints hydrauliques ;
  - Aciers utilisés pour la fabrication des autres parties de vérins : chapes de tiges, capes de chemises, pistons, raccords d'alimentation, est XC 48 disponible.



*Figure 2 : Différents produits hydrauliques (SFT)*

### 1.2. Usinage de Pièces Spécifiques

La précision étant au cœur des préoccupations industrielles, SFT met à disposition son expertise

En usinage pour produire des pièces adaptées aux besoins précis, en assurant la qualité et la conformité aux spécifications les plus strictes des clients.

#### Service des travaux d'usinage proposé :

- Fabrication de Pièces mécaniques sur présentation de modèle ou de plan, selon le type de matériaux choisi (bronze, aluminium, acier en inox, fonte, divers types d'aciers...).
- Travaux de décolletage, Tournage, Fraisage, Alésage, Taraudage, Filetage, Boulonnerie et visserie.
- Fabrication de moyeux pour camions sur présentation de modèle ou plan.
- Fabrication d'arbre de transmission sur présentation de modèle ou plan.
- Fabrication de tout type de Pignons selon modèle ou plan.
- Fabrication de bagues pour différents diamètres et différents usages (godets, balanciers, flèches etc.).
- Fabrication de pignons à chaînes sur présentation de modèle ou plan.
- Fabrication de Pics pour brise-roches, différentes dimensions.
- Fabrication de boulons à filetage conique intérieurs et extérieurs.
- Fabrication de différents types de moules sur présentation de modèle ou plan.
- Fabrication de boulons pour différents usages selon les besoins.
- Fabrication de poulies pour grues et foreuses suivant modèle ou plan.
- Fabrication de toute autres pièces spécifiques sur présentation de modèle ou de plan.



*Figure 3 : Différents produits usinés (SFT)*

### 1.3. Ajustage et Alésage

L'entreprise aborde des tâches d'ajustage et d'alésage en fournissant des services à la fois en atelier et sur site, maximisant ainsi l'accessibilité à ses compétences spécialisées et garantissant une réponse rapide aux exigences des projets de ses clients.



*Figure 4 : Différents produits alésés et ajustés (SFT)*

### 1.4. Chaudronnerie

Avec un solide savoir-faire technique, SFT conçoit et fabrique des structures métalliques robustes qui répondent aux nécessités et aux contraintes des projets en question, en s'appuyant sur une approche qui privilégie la durabilité et la qualité.

#### **Travaux de chaudronnerie qui propose :**

- Fabrication de convoyeurs en INOX pour l'industrie agro-alimentaire.
- Fabrication de châssis en INOX pour tapis roulants pour l'industrie agro-alimentaire.
- Réparation convoyeuse en INOX pour l'industrie agro-alimentaire.
- Réparation diverses structures métalliques.
- Réparation de tous types de godets avec ou sans changement de dents et port-dents.
- Réparation des outils de forage de pieux.
- Réparation de flèches et poulies pour grues.
- Réparation de structures différentes types.



*Figure 5 : Différentes opérations de chaudronnerie (SFT)*

## 1.5. Forage de Pieux

Poursuivant ses réalisations dans le domaine du forage, SFT prend en charge la réalisation de pieux de divers diamètres. Indispensables pour les fondations d'infrastructures diverses, ces pieux forment la base solide nécessaire pour tout projet de construction significatif.

### Matériel de forage de pieux :

- Nos ateliers de forage de pieux équipés d'outils adéquats, ont réalisé les travaux de forage de pieux, différents diamètres, de plusieurs grands projets d'envergure nationale, tels que les ponts et autoroutiers ainsi que les pieux pour bâtiments.
- Nos ateliers sont dotés d'outillage de forage de pieux, tarières, buckets, carottiers, pour des diamètres allant de 600mm à 1500mm, Nos ateliers de forage de pieux ont réalisé plusieurs milliers de Mètres Linéaires de pieux, se rapportant aux divers projets.



*Figure 6 : Différentes machines de forage (SFT)*

## 2. Infrastructure et Capacités Techniques

### SFT est bien équipée en termes d'infrastructures et de logistique :

- Un atelier industriel spacieux à Ouled Haddadj qui sert de centre nerveux pour l'usinage, la maintenance et la chaudronnerie, assurant ainsi les meilleures conditions de travail pour les employés et la qualité des produits finis.
- Des locaux administratifs modernes sont conçus pour abriter toutes les fonctions de soutien des services financiers au support technico-commercial facilitant une communication fluide et une organisation efficace.

## 3. Équipements et Logistique de Pointe

Les opérations de fabrication sont menées à l'aide d'équipements avant-gardistes comprenant :

- Des machines à commandes numériques pour l'usinage, des presses hydrauliques de forte capacité, des scies à ruban pour la découpe précise des matériaux, et des postes à souder pour réaliser des assemblages de haute qualité.
- Des appareils de forage suréquipés et polyvalents capables de répondre aux défis les plus complexes des projets de construction modernes. Un parc de véhicules utilitaires et de levage soutient efficacement les opérations sur site, en assurant la logistique nécessaire pour une intervention rapide et adaptée.

### **4. Culture d'Entreprise et Engagement Qualitatif**

La philosophie d'entreprise de SFT est profondément ancrée dans son engagement envers la qualité, la rapidité, l'efficacité, et la fiabilité - une devise reflétée dans la satisfaction et la fidélité de sa clientèle.

### **5. Croissance et Réussite Continues**

Se démarquant par son expansion dans des secteurs variés, SFT a su prouver son agilité et son aptitude à innover. La réussite de SFT est manifeste dans les partenariats établis avec de grandes entités, tant nationales qu'internationales, solidifiant ainsi sa réputation de leader compétent et fiable.

En conclusion, la robustesse de la position de marché d'EURL SFT est un témoignage éloquent de son expertise technique avancée, de sa capacité à satisfaire des besoins industriels spécifiques et de son investissement continu dans le progrès de ses infrastructures et de son capital humain.

# Chapitre I

## Systeme de dévissage des tiges de forage

### Introduction

Le forage, qu'il s'agisse de puits d'eau, d'exploration pétrolière ou de travaux géotechniques, repose sur l'utilisation de tiges de forage. Ces tiges, reliées entre elles, forment une colonne de forage qui transmet la force et la rotation de la foreuse jusqu'au trépan. Pour assembler et démonter efficacement cette colonne, un outil crucial s'avère indispensable : l'étau de dévissage.

Ce chapitre vise à démystifier le fonctionnement des étaux de dévissage, en explorant leurs différents types, leurs avantages et leurs applications. Nous analyserons également les systèmes de dévissage manuels et automatisés, en mettant l'accent sur les dernières innovations technologiques qui optimisent la sécurité et l'efficacité du forage.

### 1 Étaux de dévissage

#### 1.1 Définition des étaux de dévissage

Initialement, un étau est un outil qui sert à maintenir fermement un objet afin de travailler dessus sans qu'il ne se déplace. Il est souvent composé de deux mâchoires parallèles pouvant être rapprochées par le biais d'une vis pour emprisonner un élément entre elles. Concernant les étaux de dévissage, ils sont spécifiquement conçus pour faciliter le dévissage des éléments compliqués ou résistants. Ces étaux sont dotés d'un mécanisme permettant d'exercer une force considérable pour tenir l'objet pendant qu'on le manipule, ce qui est essentiel lorsqu'on veut desserrer des pièces fortement serrées ou corrodées [1].

#### 1.2 Différents types d'étaux de dévissage

Il existe plusieurs types d'étaux de dévissage pour répondre à divers besoins [1] :

##### 1.2.1 Étaux de dévissages classiques

Le plus courant dans les ateliers, il peut être monté sur un établi et est très versatile.



*Figure I. 1. Étau classique*

### 1.2.2 Étaux de dévissage rotatif

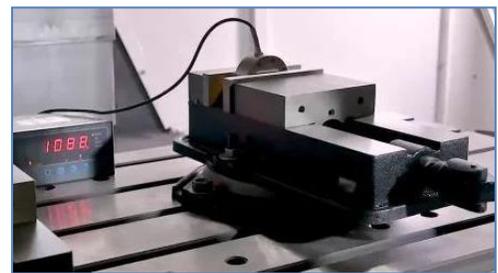
Ces modèles permettent à l'utilisateur de faire pivoter l'objet sans le décaler de l'étau, ce qui est idéal pour les travaux nécessitant un accès multilatéral.



*Figure I. 2 : Étau rotatif*

### 1.2.3 Étaux de précision

Conçus pour les travaux délicats, ils offrent une meilleure précision et délicatesse dans le serrage.



*Figure I. 3 : Étau de précision*

### 1.2.4 Étaux de dévissage hydraulique

Ils utilisent la force hydraulique pour produire une force de serrage bien supérieure, adaptée pour des travaux très exigeants.



*Figure I. 4 : Étau de dévissage hydraulique [3]*

## 2 Choix d'un étau de dévissage

Le choix d'un étau de dévissage doit se baser sur plusieurs critères [2] :

- **Taille et capacité** : Il faut s'assurer que l'étau soit adapté à la taille des objets avec lesquels vous travaillez habituellement.
- **Force de serrage** : C'est l'une des caractéristiques principales, notamment pour les travaux qui demandent de desserrer des pièces solides ou rouillées.
- **Matériau de construction** : Un étau robuste est généralement fait d'acier ou de fonte, garantissant durabilité et résistance.
- **Type de base** : Selon que vous ayez besoin de mobilité ou non, vous pouvez opter pour un étau à base pivotante ou fixe.

### 3 Applications pratiques des étaux de dévissage

Les étaux de dévissage sont utilisés dans diverses applications telles que [3] :

- **Métallurgie** : Pour maintenir des pièces de métal lors de la coupe et du meulage (Figure I.5).
- **Menuiserie et ébénisterie** : Bien qu'on utilise des étaux spécifiques pour le bois, certains modèles de dévissage conviennent également (Figure I.6).
- **Loisirs créatifs** : En bijouterie ou modélisme, les petites versions de ces étaux sont essentielles pour les détails minutieux.
- **Travaux mécaniques** : Surtout pour le serrage de pièces lors du dévissage ou du vissage dans les travaux mécaniques, maintenance et sécurité pour garantir la longévité et la fonctionnalité de l'étau de dévissage, un entretien régulier est nécessaire. Cela peut impliquer le nettoyage des mâchoires, la lubrification de la vis, et le contrôle périodique de l'absence de corrosion et de dommages. Quant à la sécurité, assurez-vous toujours que la pièce est bien fixée et que l'étau est correctement monté sur votre plan de travail. Utiliser des protections individuelles comme des lunettes de sécurité est également conseillé (Figure I.7).



Figure I. 5 : Étau de dévissage dans la métallurgie



Figure I. 6 : Étau de dévissage dans la menuiserie



Figure I. 7 : Étau de dévissage sur site [3]

## 4 Systèmes de dévissage des tiges de forage

Il existe deux systèmes de dévissage des tiges de forage, l'utilisation de ces différents systèmes permet non seulement de faciliter la tâche, mais aussi de gagner en temps et en productivité. En pratique, nous distinguons deux grands systèmes de dévissage [5].

### 4.1 Systèmes manuels

Il existe plusieurs options disponibles de dévissage des tiges de forage manuelle, chaque une avec ses propres avantages et inconvénients. Voici quelques-unes des solutions les plus courantes :

#### 4.1.1. Clé à main

- La méthode la plus simple et la plus économique.
- Convient pour les tiges de forage de petit diamètre et les applications à faible couple.
- Nécessite un effort manuel important et peut être fastidieux pour les gros diamètres ou les couples élevés.



*Figure 1. 8 : Différent clé à main*

#### 4.1.2. Clé à cliquet

- Offre une meilleure ergonomie et un gain de force mécanique par rapport à une clé à main.
- Permet un serrage et un desserrage plus progressifs.
- Plus efficace pour les tiges de forage de taille moyenne et les couples modérés.



*Figure 1. 9 : Différent clé cliquet*

#### 4.1.3. Clé dynamométrique

- Intègre un mécanisme de mesure du couple de serrage pour garantir une connexion précise et conforme aux spécifications.
- Essentielle pour les applications critiques où un serrage précis est crucial.
- Généralement plus onéreuse que les clés simples.



*Figure 1. 10 : Clé dynamométrique*

#### 4.1.4. Tendeur de tiges

- Utilise un système de vis et d'écrou pour appliquer une force de serrage importante sur les tiges de forage.
- Offre une puissance et une précision élevées pour les gros diamètres et les couples importants.
- Nécessite un investissement initial plus important et peut être encombrant.

#### 4.1.5. Barre d'extension

- Sert à augmenter le bras de levier et à amplifier la force appliquée lors du serrage ou du desserrage des tiges de forage.
- Particulièrement utile pour les espaces restreints ou lorsque la force manuelle est insuffisante.

##### *a. Choix d'un bon système de dévissage manuel*

Le choix du système de dévissage manuel le plus adapté dépend de plusieurs facteurs, tels que :

- **Diamètre et poids des tiges de forage :** Les clés et tendeurs doivent être dimensionnés pour la taille et le poids des tiges à manipuler.
- **Couple de serrage requis :** Les clés dynamométriques sont essentielles pour les applications où un serrage précis est crucial.
- **Espace disponible :** La conception de la clé ou du tendeur doit s'adapter aux contraintes d'espace autour du derrick.
- **Budget :** Le prix des différents systèmes varie considérablement en fonction de leur complexité et de leurs fonctionnalités.

##### *b. Sécurité lors de l'utilisation d'un système de dévissage manuel*

- **Porter des équipements de protection individuelle :** Gants, lunettes de sécurité et chaussures de sécurité sont indispensables.
- **S'assurer que la zone de travail est stable et exempte d'obstacles.**
- **Ne pas dépasser la capacité de charge maximale du système.**
- **Demander l'aide d'une autre personne si nécessaire, surtout pour les tiges de forage lourdes.**
- **Effectuer un entretien régulier du système pour garantir son bon fonctionnement.**

En choisissant le système de dévissage manuel approprié et en suivant les consignes de sécurité adéquates, vous pouvez garantir un processus de vissage et de dévissage des tiges de forage efficace, sûr et fiable.

## 4.2 Système de nos jours

L'industrie du forage évolue constamment, et les systèmes de dévissage des tiges de forage ne font pas exception. De nouvelles technologies émergent pour répondre aux défis croissants des opérations de forage profond et complexe, en mettant l'accent sur l'efficacité, la sécurité et la fiabilité [3].

Voici quelques exemples de systèmes de dévissage des tiges de forage récents qui illustrent ces innovations :



*Figure I. 11 : Nouveau système d'étaux de dévissage des tiges de forage [3]*

### 4.2.1. Systèmes de dévissage automatisés

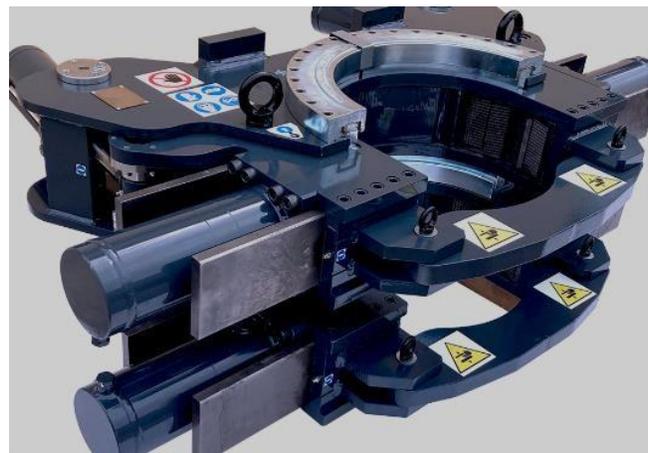
- Intègrent des capteurs et des commandes automatisées pour optimiser le processus de vissage et de dévissage.
- Réduisent l'intervention manuelle, améliorant ainsi la sécurité et la cohérence du serrage.
- Permettent de gagner du temps et d'accroître la productivité, en particulier pour les forages répétitifs.

### 4.2.2. Systèmes de dévissage à couple intelligent

- Utilisent des capteurs de couple et des algorithmes pour ajuster la force de serrage en temps réel en fonction des conditions du puits.
- Garantissent un serrage optimal des tiges de forage, minimisant le risque de défaillance de la colonne de forage.
- Prolongent la durée de vie des tiges de forage en réduisant l'usure excessive des filetages.

### 4.2.3. Systèmes de dévissage avec clés de verrouillage :

- Intègrent un mécanisme de verrouillage qui empêche les tiges de forage de se desserrer accidentellement pendant le forage.
- Renforcent la sécurité et la fiabilité, en particulier dans les environnements de forage difficiles.
- Offrent une tranquillité d'esprit aux foreurs en réduisant les risques d'incidents liés à la défaillance de la connexion des tiges



*Figure I. 12 : Système de dévissage avec clés de verrouillage [3]*

#### 4.2.4. Systèmes de dévissage portables et compacts

- Conçus pour une portabilité accrue et une utilisation dans des espaces restreints.
- Facilite le transport et l'installation du système de dévissage, notamment sur des sites de forage éloignés ou à accès limité.
- Augmente la flexibilité opérationnelle et permet d'effectuer des forages dans des endroits auparavant inaccessibles.



*Figure I. 13 : Système de dévissage portable et compact*

#### 4.2.5. Systèmes de dévissage avec mâchoires auto-ajustables

- S'adaptent automatiquement à la taille et à la forme des tiges de forage, ki, assurant un serrage uniforme et précis.
- Améliorent la compatibilité avec différentes tiges de forage, réduisant la nécessité de changer de clés ou de mâchoires.
- Simplifient le processus de vissage et de dévissage, en particulier pour les opérations impliquant une variété de tailles de tiges.
- L'adoption de ces systèmes de dévissage des tiges de forage récents par l'industrie du forage contribue à améliorer l'efficacité, la sécurité et la fiabilité des opérations de forage, tout en réduisant les coûts et en augmentant la productivité. Au fur et à mesure que la technologie continue d'évoluer, nous pouvons nous attendre à voir apparaître des systèmes encore plus innovants et sophistiqués dans les années à venir.

### 5 Étaux de dévissage des tiges de forage :

Les étaux de dévissage des tiges de forage, également connus sous le nom d'outils de vissage et de dévissage de tiges de forage, sont des éléments essentiels des opérations de forage rotatif. Ils permettent de lier et de séparer efficacement les tiges de forage individuelles qui composent la colonne de forage.

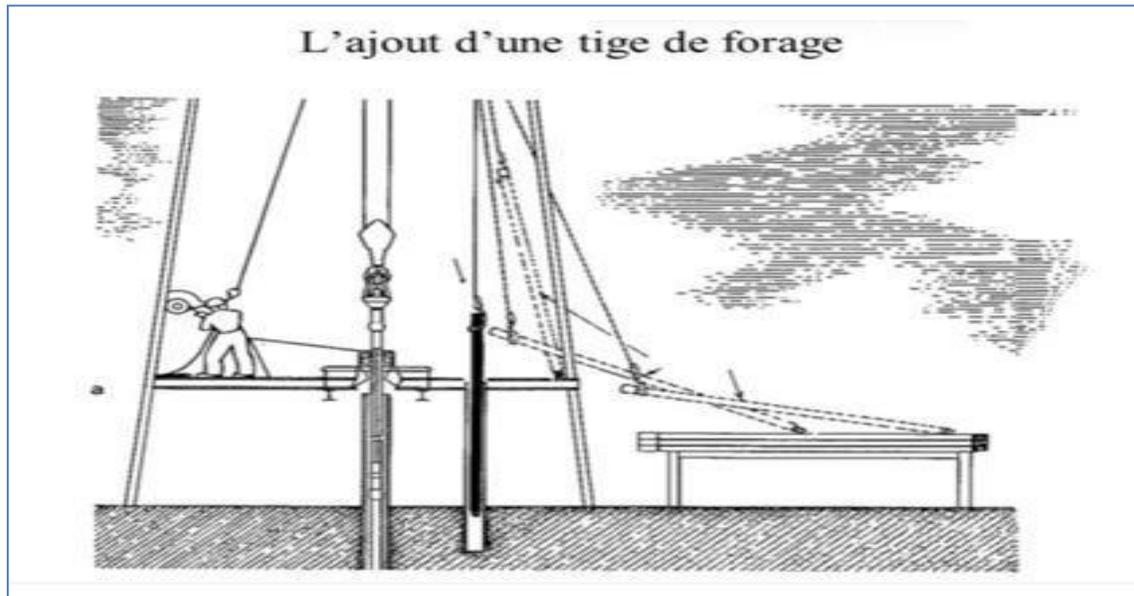
Les étaux de dévissage de tiges de forage sont disponibles dans une variété de conceptions et de tailles pour répondre aux besoins spécifiques de différentes applications de forage.



*Figure I. 14 : Étau de dévissage de la tige de forage [3]*

## 5.1 Processus d'ajout des tiges de forage

Après chaque avancement de l'outil correspond à une tige de forage, il faut ajouter une tige à la garniture de forage sous la tige d'entraînement.

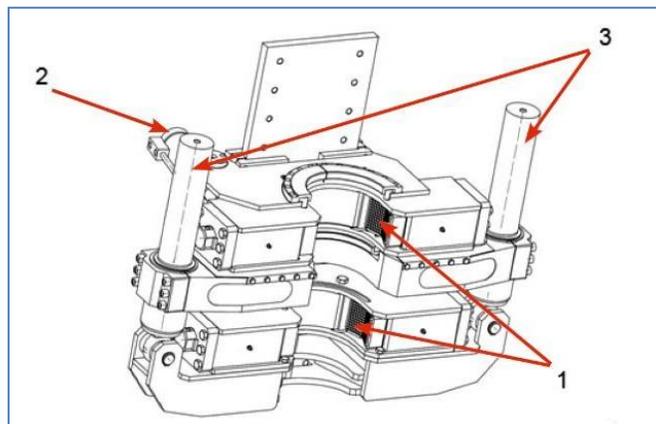


*Figure I. 15 : Processus d'ajout des tiges de forage [6]*

L'opération se déroule comme suit : Il faut stocker une tige dans un fourreau se trouvant à côté de la table de rotation. Le chef de poste actionne le treuil pour enlever la garniture jusqu'à l'apparition de la première tige sous la tige d'entraînement, la circulation de boue est alors arrêtée. Les ouvriers de sonde placent les cales pour coincer la garniture pour dévisser la tige d'entraînement, la garniture donc est alors suspendue sur la table de rotation [6].

## 5.2 Fonctionnement des étaux de dévissage des tiges de forage

Les étaux de dévissage des tiges de forage fonctionnent selon le principe de la torsion mécanique. Ils se composent principalement de deux éléments clés [4] :



*Figure I. 16 : Composantes d'étau de dévissage [4]*

1. **Groupe de serrage** : Le groupe est composé de : Etau de verrouillage supérieur pivotant qui permet la rotation de 0 à 30 degrés de la tige de forage à dévisser. Etau de blocage inférieur fixe qui a pour seule fonction de bloquer la tige [4].
2. **Groupe de dévissage** : Une fois que l'étau de verrouillage supérieur a serré la tige, celle-ci peut tourner à l'intérieur du berceau en activant le cylindre de rotation [4].
3. **Groupe extraction** : Permet d'extraire les tiges de forage. L'extraction s'effectue après serrage. Sur la tige l'étau de verrouillage rotatif supérieur (cette opération peut être effectué exclusivement lorsque l'étau de verrouillage inférieur ne bloque pas les tiges) [4].

### 5.3 Types d'étaux de dévissage des tiges de forage

On distingue deux principaux types d'étaux de dévissage des tiges de forage :

1. **Étau de dévissage hydraulique** : La force de serrage des mâchoires est générée par un système hydraulique, offrant une puissance et une précision accrues.
2. **Étau de dévissage mécanique** : La force de serrage est appliquée mécaniquement, généralement par un système de levier ou de vis, ce qui le rend plus simple et plus robuste.

### 5.4 Avantage des étaux de dévissage des tiges de forage

L'utilisation d'un étau de dévissage de tiges de forage présente de nombreux avantages, notamment [3] :

1. **Sécurité accrue** : L'étau de dévissage de tiges de forage offre un moyen plus sûr de retirer les tiges de forage d'un puits que les méthodes traditionnelles, telles que l'utilisation d'une clé à griffe ou d'une barre à cliquet. Cela est dû au fait que l'étau maintient fermement la tige de forage en place, ce qui empêche qu'elle ne glisse et ne blesse l'opérateur.
2. **Efficacité accrue** : L'étau de dévissage de tiges de forage peut retirer les tiges de forage d'un puits beaucoup plus rapidement que les méthodes traditionnelles. Cela est dû au fait que l'étau utilise un système hydraulique puissant pour appliquer une force de serrage importante sur la tige de forage.
3. **Réduction de l'usure et des dommages** : L'étau de dévissage de tiges de forage peut aider à réduire l'usure et les dommages aux tiges de forage. Cela est dû au fait que l'étau répartit uniformément la force de serrage sur la tige de forage, ce qui empêche qu'elle ne soit déformée ou endommagée.
4. **Augmentation de la durée de vie des tiges de forage** : En réduisant l'usure et les dommages, l'étau de dévissage de tiges de forage peut aider à augmenter la durée de vie des tiges de forage. Cela peut entraîner des économies importantes sur les coûts de remplacement des tiges de forage.

5. **Polyvalence** : L'étau de dévissage de tiges de forage peut être utilisé pour retirer une large gamme de tailles de tiges de forage. Cela en fait un outil polyvalent qui peut être utilisé dans une variété d'applications.
6. **Facilité d'utilisation** : L'étau de dévissage de tiges de forage est relativement facile à utiliser. Il ne nécessite qu'une formation minimale pour être utilisé en toute sécurité et efficacement.
7. **Portabilité** : L'étau de dévissage de tiges de forage est généralement compact et portable. Cela facilite son transport et son utilisation sur différents sites.

En plus de ces avantages, l'étau de dévissage de tiges de forage peut également contribuer à améliorer l'efficacité globale des opérations de forage. Cela est dû au fait qu'il peut aider à réduire le temps d'arrêt et à augmenter la productivité.

Dans l'ensemble, l'étau de dévissage de tiges de forage est un outil précieux qui peut offrir de nombreux avantages à l'industrie du forage pétrolier et gazier.

## 5.5 Applications des étaux de dévissage des tiges de forage

Les étaux de dévissage des tiges de forage trouvent leur application dans une large gamme de domaines de forage, notamment :

### 5.5.1. Forage pétrolier et gazier

Il est essentiel pour l'extraction des ressources pétrolières et gazières à des profondeurs croissantes.



*Figure I. 17 : Forage pétrolier*

### 5.5.2. Forage de puits d'eau

Il permet de forer des puits d'eau profonds pour l'approvisionnement en eau potable et l'irrigation.



*Figure I. 18 : Forage de puits*

### 5.5.3. Forage géothermique

Il est utilisé pour la construction de puits géothermiques exploitant la chaleur du sous-sol pour la production d'énergie.



*Figure I. 19 : Forage géothermique*

### 5.5.4. Forage de sondages :

Il sert à réaliser des sondages géologiques et d'exploration pour la recherche de minerais et d'autres ressources naturelles.



*Figure I. 20 : Forage de sondage*

## 5.6 But d'un étau de dévissage des tiges de forage

L'étau de dévissage des tiges de forage, aussi appelé clé de serrage rotative ou machine de torsion de tiges, est un outil essentiel dans le domaine du forage. Son but principal est de dévisser et de visser les tiges de forage, qui sont des tubes longs et cylindriques utilisés pour transmettre la rotation et la puissance de la foreuse au trépan [3].

Le dévissage des tiges de forage est nécessaire pour plusieurs raisons :

### 5.6.1. Remplacer le trépan :

Le trépan est l'outil qui perce le sol. Il s'use avec le temps et doit être remplacé régulièrement.

### 5.6.2. Ajouter des tiges de forage :

Au fur et à mesure que le forage s'approfondit, il faut ajouter des tiges de forage pour atteindre la profondeur souhaitée.

### 5.6.3. Réparer ou entretenir l'équipement :

Il peut être nécessaire de dévisser les tiges de forage pour accéder à l'équipement de forage souterrain pour des réparations ou un entretien.

L'étiau de dévissage des tiges de forage permet de réaliser ces opérations de manière efficace et sûre. Il est généralement installé sur la tête de puits, c'est-à-dire l'endroit où les tiges de forage entrent et sortent du trou de forage.

L'étiau fonctionne en serrant les tiges de forage avec une force de serrage importante. Cette force de serrage est nécessaire pour vaincre le couple de rotation du trépan et des tiges de forage. Une fois les tiges serrées, l'étiau peut les faire pivoter dans le sens horaire ou antihoraire pour les dévisser ou les visser.

L'étiau de dévissage des tiges de forage est un outil robuste et fiable qui est conçu pour résister aux conditions difficiles des chantiers de forage. Il est un élément essentiel de l'équipement de forage et joue un rôle crucial dans la réussite des opérations de forage.

Voici quelques avantages supplémentaires de l'utilisation d'un étiau de dévissage des tiges de forage :

- **Réduit le temps de forage** : En permettant de dévisser et de visser les tiges de forage rapidement et efficacement, l'étiau peut contribuer à réduire le temps global de forage.
- **Améliore la sécurité** : L'étiau permet de maintenir les tiges de forage en place en toute sécurité, ce qui réduit le risque d'accidents.
- **Protège l'équipement** : L'étiau permet d'appliquer une force de serrage uniforme sur les tiges de forage, ce qui protège l'équipement contre les dommages.

Si vous êtes impliqué dans l'industrie du forage, l'utilisation d'un étiau de dévissage des tiges de forage est un investissement judicieux qui peut vous aider à améliorer votre efficacité, votre sécurité et votre rentabilité.

## 5.7 Accessoires d'un étiau de dévissage des tiges de forage

En plus des accessoires mentionnés précédemment, un étiau de dévissage des tiges de forage peut être équipé d'autres éléments pour améliorer ses fonctionnalités [3] :

- **Extensions de mors** : Permettent d'augmenter la capacité de serrage de l'étiau pour s'adapter à des tiges de forage de plus grand diamètre.
  - **Plateaux tournants** : Facilitent la rotation des tiges de forage pendant le visage et le dévissage, en réduisant l'effort requis et en minimisant l'usure des mors.
  - **Indicateurs de couple** : Mesurent le couple appliqué pendant le visage et le dévissage, permettant de garantir un serrage adéquat et d'éviter les surcharges.
  - **Systèmes de nettoyage** : Enlèvent les débris et la boue des filetages des tiges de forage avant le visage, ce qui améliore la qualité du serrage et réduit le risque de grippage.
  - **Dispositifs de manutention** : Facilitent le levage et le positionnement des tiges de forage lourdes, réduisant les risques pour la sécurité et améliorant l'ergonomie.
-

- **Systèmes de contrôle à distance** : Permettent de commander l'étau à distance depuis une cabine de contrôle, augmentant la sécurité de l'opérateur et permettant un fonctionnement plus efficace.

Le choix des accessoires spécifiques pour un étau de dévissage des tiges de forage dépend de divers facteurs, tels que le diamètre des tiges de forage, la profondeur du puits, les conditions de forage et les exigences de sécurité. Il est important de consulter un spécialiste en forage pour sélectionner les accessoires appropriés pour optimiser les performances de l'étau et garantir une opération de forage sûre et efficace.

## 5.8 Risques liés à l'utilisation d'un étau de dévissage de tiges de forage

L'utilisation d'un étau de dévissage de tiges de forage comporte certains risques, dont il faut être conscient. Parmi les risques les plus courants figurent :

- **Blessures** : Si l'étau n'est pas utilisé correctement, il peut causer des blessures graves à l'opérateur. Cela est dû au fait que l'étau utilise un système hydraulique puissant qui peut facilement écraser des mains ou des doigts.
- **Dommages à l'étau** : Si l'étau est surchargé ou utilisé de manière incorrecte, il peut être endommagé. Cela peut entraîner des réparations coûteuses ou un remplacement de l'étau.
- **Dommages aux tiges de forage** : Si l'étau n'est pas utilisé correctement, il peut endommager les tiges de forage. Cela peut entraîner des réparations coûteuses ou un remplacement des tiges de forage.
- **Fuites hydrauliques** : Le système hydraulique de l'étau peut fuir, ce qui peut entraîner une contamination du sol ou de l'eau.
- **Incendie** : Le système hydraulique de l'étau peut surchauffer et prendre feu, ce qui peut causer des dommages matériels ou des blessures corporelles.
- **Explosion** : Le système hydraulique de l'étau peut exploser, ce qui peut causer des dommages matériels ou des blessures corporelles.

Il est important de prendre des précautions pour atténuer ces risques lors de l'utilisation d'un étau de dévissage de tiges de forage. Ces précautions :

- Lire et suivre attentivement le manuel d'utilisation de l'étau.
  - Se former à l'utilisation correcte de l'étau.
  - Porter l'équipement de protection individuelle approprié, y compris des lunettes de protection, des gants et des chaussures de sécurité.
  - Inspecter l'étau avant chaque utilisation pour s'assurer qu'il est en bon état de fonctionnement.
  - Ne pas sur charger l'étau.
  - Utiliser l'étau uniquement pour la tâche prévue.
-

- Ne pas modifier l'étau sans l'autorisation du fabricant.
- Suivre les procédures de maintenance et d'entretien recommandées par le fabricant.
- Faire réparer l'étau par un technicien qualifié si nécessaire.

En prenant ces précautions, vous pouvez aider à réduire les risques liés à l'utilisation d'un étau de dévissage de tiges de forage et assurer une utilisation sûre et efficace de l'étau.

## **Conclusion**

L'étau de dévissage est un outil crucial dans le domaine du forage, offrant un moyen sûr et efficace d'assembler et de démonter les tiges de forage. En choisissant le bon type d'étau et en utilisant les méthodes de serrage appropriées, les foreurs peuvent garantir la sécurité, l'efficacité et la qualité de leurs opérations de forage. Les innovations technologiques récentes offrent des solutions encore plus performantes et sécurisées pour dévisser les tiges de forage, améliorant la productivité et la rentabilité des opérations de forage.

Dans le prochain chapitre de ce mémoire, nous nous attacherons à présenter les caractéristiques géométriques et mécaniques de notre système de dévissage des tiges de forage.

# Chapitre II

## Étude et conception de système de dévissage de tiges de forage

### Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté des généralités sur les étaux de dévissage. Nous avons ensuite expliqué leurs différents types, leurs avantages et leurs applications. Enfin, nous avons détaillé les systèmes de dévissage manuels et automatisés. Ce chapitre sera consacré aux détails de conception du système de dévissage pour les tiges de forage, y compris la structure des tiges de forage, leurs caractéristiques géométriques et mécaniques, à savoir les dimensions, les matériaux et les forces appliquées sur les différents éléments du système. Nous aborderons également les outils nécessaires à la compréhension et à la simulation de la physique de ce système.

### 1 Structure des tiges de forage

#### 1.1 Définition

Une tige de forage est un élément d'acier en forme de cylindre creux qui utilisée dans l'exploration hydrologique, le forage géologique, l'exploration pétrolière et gazière et d'autres domaines. En tant que partie importante de l'ensemble du train de tiges, la tige de forage joue un rôle central dans le processus de forage. La qualité de la tige de forage et la qualité de l'entretien et de la maintenance ont un impact important sur l'effet d'utilisation sur site, la survenue d'accidents d'outils de forage et le coût de construction [7].



*Figure II. 1 : Tiges de forage*

## 1.2 Caractéristique

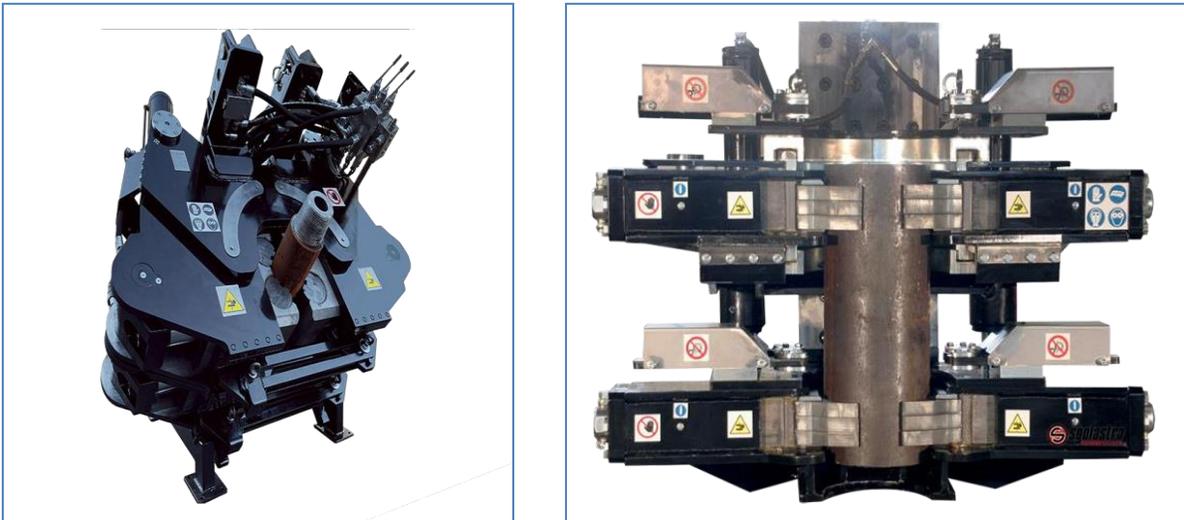
Les principales caractéristiques des tiges à partir des documents fournis par l'entreprise d'accueil (SFT) sont résumées dans le Tableau II.1 :

*Tableau II. 1 : Tailles et les poids des tiges de forage (sft)*

Taille de la tige	Diamètre (pouces/mm)	Poids (livres/pied)
2 - 3/8	2.375/60	4.85
2 - 7/8	2.875/73	6.19
3 - 1/2	3.5/88	9.2
4 - 1/2	4.5/114	12.75
5	5/127	16.25
5 - 1/2	5.5/139	19.5
6 - 5/8	6.625/168	24.7
7	7/177	27.7
8 - 5/8	8.625/219	36

## 1.3 Positionnement

Le dévissage et le vissage des tiges de forage sont généralement effectués en position verticale à l'aide d'un étau de dévissage.



*Figure II. 2 : Position de la tige entraînant le dévissage avec un étau [3]*

## 2 Présentation de logiciel SolidWorks

Les outils de CAO mécanique, qui permettent de conceptualiser et de fabriquer des produits, sont actuellement très demandés dans le secteur industriel de la conception de produits. En tant que concepteurs, nous recherchons souvent des fonctionnalités de modélisation complexes. Sachant que notre conception peut changer ou être rejetée, nous devons être en mesure de la créer et de la modifier rapidement.

Actuellement, les initiatives dans l'industrie de la CAO mécanique cherchent à saisir l'intention de conception plus tôt dans le processus. Pour réduire tout autant le cycle de conception du produit que le délai de mise sur le marché, SolidWorks® relève ce défi et permet de simplifier l'ensemble du processus de conception et de prendre en charge un certain niveau de modification [8].

### 2.1 Description

SolidWorks® est également connu sous le nom de « DSS SolidWorks ». DSS désigne Dassault Systems, qui est le développeur de ce logiciel de CAO. Il s'agit d'un logiciel de CAO qui permet de créer des modèles solides 2D ou 3D sans aucune complexité, plus rapidement et de manière rentable. L'avantage principal du modélisateur solide est que très facile à utiliser, l'interface utilisateur graphique simple et beaucoup plus amicale, par rapport à d'autres logiciels de modélisation solide CAD. Il contient la modélisation solide, Motion, Simulation, Boîte à outils, TolAnalyst, Circute Works, PhotoView 360, ScanTo3D, et éditeur DWG.

SolidWorks® est considéré comme un logiciel de CAO avec Haute productivité (jusqu'à 95%). Il offre une meilleure visualisation de conception, concevoir de meilleurs produits, des itérations de conception plus rapides, des communications améliorées, la conception avec moins d'erreurs, crée des designs de produits avec plus d'esthétique et répond également aux exigences des clients / clientes.

SolidWorks® a une vaste gamme d'applications dans des industries telles que l'aérospatiale, la défense, l'automobile, le transport, les produits de consommation, l'électronique, usine de traitement, la conservation de l'énergie, la construction, l'équipement lourd, machines, outils médicaux, Mold & prestations de service. Il aide à concevoir différents produits et services, les tester de manière très rentable comme le modèle et le prototype de test.

Le DSS SolidWorks Corp. développe également d'autres produits logiciels, ce qui aide dans diverses sections d'ingénierie, en particulier pour la mécanique. Il s'agit de CAO 3D, Simulation, Gestion de données produit, Communication technique, Conception électrique et 3D expériences. Ce modélisateur CAO n'est pas limité aux ingénieurs mécaniciens ; D'autres filières techniques (spécialement pour l'électricité et le civil) et les concepteurs de produits peuvent convertir les idées de nouveaux produits en réalité [8].

## 2.2 Pourquoi choisir SolidWorks® ?

1. Maintenant, il est utilisé dans diverses industries pour concevoir leurs produits et augmenter la productivité sans en abaisser le coût. En raison de la vaste gamme d'applications et de possibilités d'emploi, en tant qu'ingénieur mécanicien, vous devez apprendre le logiciel de CAO le plus utilisé et le plus utilisé, comme SolidWorks®.
2. La plupart des universités et collèges internationaux d'ingénierie offrent dans leurs programmes des cours sur la CAO en utilisant SolidWorks®.
3. Il fournit la conception avec une productivité maximale, car il donne des données diverses et la communication technique, ce qui contribue à votre conception et aide à valider avec les normes. Tout ce dont vous avez besoin est de vous concentrer sur l'innovation de nouveaux produits ou de conception. Il contient la technologie de simulation, qui permet de vérifier votre conception.
4. La solution SolidWorks® est une fonctionnalité collaborative améliorée, qui contribue à partager votre conception avec les clients appropriés via cette plate-forme. Si vous êtes un professionnel, vous n'avez pas besoin de chercher sur Internet pour trouver les bons clients et leur présenter des innovations.
5. Il est très facile d'apprendre les bases, comment commencer les conceptions de produit et plus.
6. Il fait subir à les produits tous les tests dont nous avons besoin virtuellement (mouvement basé sur le temps, simulation statique linéaire, impact environnemental, écoulement d'air et d'eau), analyser les résultats pour obtenir les meilleures opportunités d'optimisation, etc. [8].

## 2.3 Fonctionnalités de SolidWorks®

SolidWorks® permet de :

- Concevoir des objets en 3D de manière très précise ;
- Développer des produits ;
- Vérifier la conception des fichiers créés ;
- Détenir une bibliothèque des fichiers 3D ;
- Mettre en place des mises en plan 2D ;
- Créer des images et animations des objets 3D ;
- Estimer le coût de la fabrication des objets 3D.

## 3 Conception de système dévissage

En se basant sur les catalogues de conception (la tige et la plaquette de dévissage) nous avons commencé notre étude par les caractéristiques de tige pour pouvoir construire le système :

*Tableau II. 2 : Caractéristique de tige estimée par SolidWorks®*

Poids (kg)	Longueur (mm)	Diamètre (mm)
2185.371	6000	127

### 3.1 Conception de la tige

La figure II.3 présente une représentation 3D de la tige de forage, conçue avec le logiciel SolidWorks®, qui est destinée à être vissée et dévissée à l'aide d'un étau de dévissage. Dans un premier temps, il est essentiel de sélectionner le matériau approprié pour satisfaire les exigences opérationnelles de la pièce, en termes de volume et de poids.

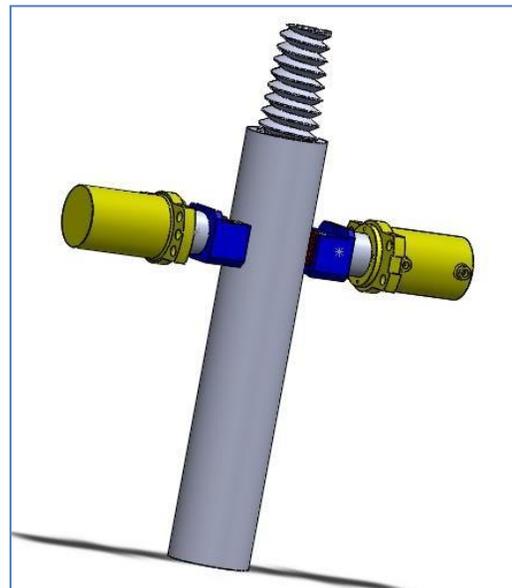


*Figure II. 3: Tige de forage dessinée avec SolidWorks*

### 3.2 Conception de système de dévissage

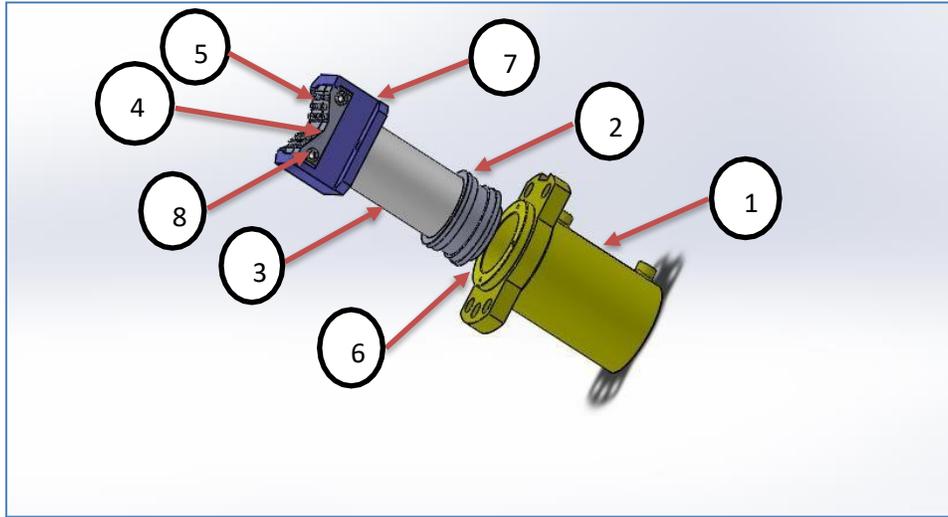
L'étau de dévissage des tiges de forage que nous avons développé est un dispositif sophistiqué, conçu avec précision à l'aide de logiciels de modélisation avancés tels que SolidWorks®. Son objectif est d'assister les opérateurs dans le processus de dévissage des tiges de forage de manière efficace, sécurisée et ergonomique. Ce mécanisme innovant permet de maintenir les tiges de forage de manière stable et sécurisée pendant les opérations de dévissage, garantissant ainsi un travail précis sans risque de dommages. Ce système de dévissage se compose des éléments suivants : chemise, paquet 1, plaquette 2, vis, palier, piston, vérin carré, gobie et tige.

La Figure II.4 présente l'étau de dévissage des tiges de forage que nous avons conçu. Il convient de souligner que les dimensions de cet étau ont été définies en fonction des dimensions des tiges de forage, de manière réversible. De plus, plusieurs simulations ont été réalisées pour vérifier la résistance de chaque composante avant de finaliser les dimensions définitives.



*Figure II. 4 : Système de dévissage dessiné avec SolidWorks*

La nomenclature du système proposé est illustrée à la figure II.5. Il est clair que notre système est composé de 9 éléments, détaillés dans le tableau suivant.



*Figure II. 5 : Description de système de dévissage*

Le tableau II.3 présente le numéro et le nom de chaque pièce constituant le système de levage, ainsi que la désignation de leur matière et la quantité de chaque élément.

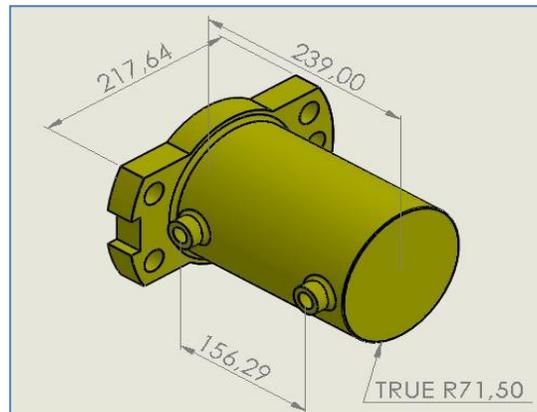
*Tableau II. 3 : Caractéristique des éléments de dévissage*

N°	Nom	Matières	Désignation	Quantité
1	Chemise	Acier	E355	2
2	Piston	Acier chrome	C 45	2
3	Tige			
4	Plaquette (petite tille)	Acier faiblement allié	42CD4	4
5	Plaquette (gronde tille)			
6	Palier	Acier inoxydable	C 45	2
7	Goupille	Acier	42CD4	
8	Vis	Acier	S275	12
9	Les chapes	Acier	Xc38	2

## 4 Description des éléments du système de dévissage

### 4.1 Chemise

La chemise de verrouillage maintient les tiges de forage en place pendant les opérations de serrage et de dévissage. Le matériau choisi est l'acier E355.



**Figure II. 6 :** Chemise du système de levage dessiné avec SolidWorks

Les principales propriétés mécaniques de ce dernier sont montrées sur le Tableau II.4.

**Tableau II. 4 :** Propriété mécanique du matériau E355

Propriété	Valeur	Unité
<b>Module d'élasticité</b>	210000	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Coefficient de Poisson</b>	0.3	S.O.
<b>Module de cisaillement</b>	80700	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Masse volumique</b>	<b>7850</b>	Kg.m <sup>-3</sup>
<b>Limite de traction</b>	490	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Limite d'élasticité</b>	355	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Coefficient de dilatation thermique</b>	2.5 e-5	K <sup>-1</sup>
<b>Conductivité thermique</b>	54	W. (m· K) <sup>-1</sup>
<b>Chaleur spécifique</b>	460	J. (kg .k) <sup>-1</sup>

Après avoir défini le matériau à la chemise, SolidWorks® nous permet de voir les principales caractéristiques de ce dernier, à savoir : le poids le volume, densité et superficie.

Le tableau suivant (Tableau II.5) montre ces caractéristiques.

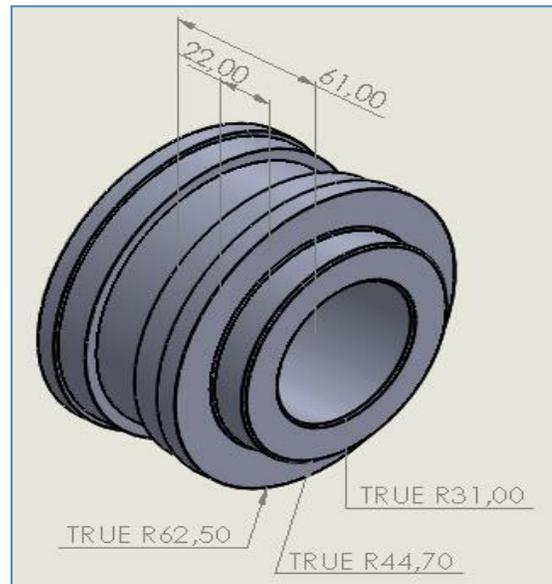
**Tableau II. 5 :** Caractéristiques mécaniques de chemise

Densité (g.mm <sup>-3</sup> )	Masse (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Superficie (mm <sup>2</sup> )
<b>0.01</b>	12910.88	1644698.47	281807.17

## 4.2 Piston

Le piston de verrouillage est une composante essentielle de l'étau de dévissage des tiges de fourrage, conçu pour assurer le maintien sécurisé et stable des tiges pendant les opérations de serrage et de dévissage.

Le matériau que nous avons adopté pour ces éléments est un acier inoxydable chrome C45. Ses principales propriétés physiques et chimiques sont résumées dans le Tableau II.6.



*Figure II. 7 : Piston dessiné avec SolidWorks*

*Tableau II. 6 : Propriété mécanique de matériau C45*

Propriété	Valeur	Unité
<b>Module d'élasticité</b>	206000	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Coefficient de Poisson</b>	0.27	S.O.
<b>Module de cisaillement</b>	77000	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Masse volumique</b>	<b>7800</b>	Kg.m <sup>-3</sup>
<b>Limite de traction</b>	620	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Limite d'élasticité</b>	370	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Coefficient de dilatation thermique</b>	1.2 e-005	K <sup>-1</sup>
<b>Conductivité thermique</b>	50	W. (m. K) <sup>-1</sup>
<b>Chaleur spécifique</b>	460	J. (kg .k) <sup>-1</sup>

Les principales caractéristiques (poids, volume, densité et superficie) des pistons définis par SolidWorks® sont affichées dans le tableau II.7.

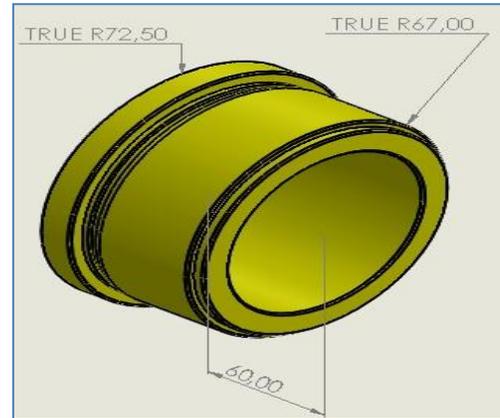
*Tableau II. 7 : Caractéristique mécanique du piston*

Densité (g.mm <sup>-3</sup> )	Masse (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Superficie (mm <sup>2</sup> )
0.01	3365.04	431415.08	67766.37

### 4.3 Palier

Le palier de verrouillage de l'étau de dévissage des tiges de forage est une pièce essentielle de l'équipement. Cet élément est conçu pour assurer un mouvement fluide et précis lors du serrage et du dévissage des tiges de forage, garantissant ainsi un fonctionnement efficace et fiable de l'étau.

Le matériau que nous avons adopté pour ces éléments est un acier inoxydable chrome X20Cr13. Ses principales propriétés physiques et chimiques sont résumées dans le Tableau II.8.



*Figure II. 8 : Palier dessiné avec SolidWorks*

*Tableau II. 8 : Propriété mécanique d'un matériau X20Cr13*

Propriété	Valeur	Unité
<b>Module d'élasticité</b>	206000	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Coefficient de Poisson</b>	0.27	S.O.
<b>Module de cisaillement</b>	77000	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Masse volumique</b>	<b>7800</b>	Kg.m <sup>-3</sup>
<b>Limite de traction</b>	620	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Limite d'élasticité</b>	370	N.mm <sup>-2</sup>
<b>Coefficient de dilatation thermique</b>	1.2 e-005	K <sup>-1</sup>
<b>Conductivité thermique</b>	50	W. (m. K) <sup>-1</sup>
<b>Chaleur spécifique</b>	460	J. (kg .k) <sup>-1</sup>

Les principales caractéristiques (poids, volume, densité et superficie) des paliers définis par SolidWorks® sont affichées dans le tableau II.9.

*Tableau II. 9 : Caractéristique mécanique de palier*

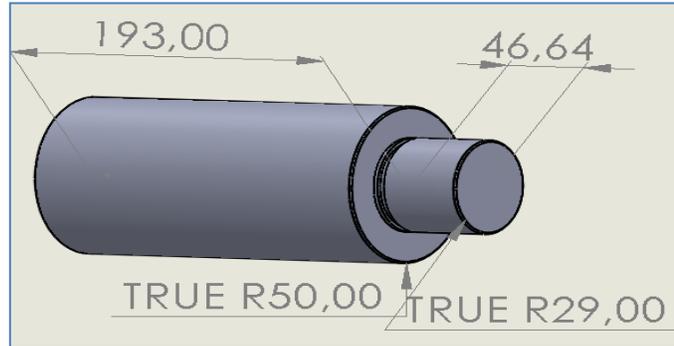
Densité (g.mm <sup>-3</sup> )	Masse (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Superficie (mm <sup>2</sup> )
0.01	3836.76	491892.57	74921.23

#### 4.4 Tige

La tige d'un vérin est une partie essentielle de cet actionneur. Elle constitue une pièce mobile attachée au piston à l'intérieur du cylindre du vérin. La fonction de la tige est de transmettre l'effort et le déplacement nécessaires pour convertir l'énergie en mouvement mécanique de translation. Ainsi, la tige joue un rôle crucial dans le déplacement du piston et l'exécution des tâches mécaniques associées.

Le matériau que nous avons adopté pour ces éléments est un acier C45. Ses principales propriétés physiques et chimiques sont résumées dans le Tableau II.6.

Les principales caractéristiques (poids, volume, densité et superficie) de la tige définie par SolidWorks® sont affichées dans le tableau II.10.



*Figure II. 9 : Tige dessinée avec SolidWorks*

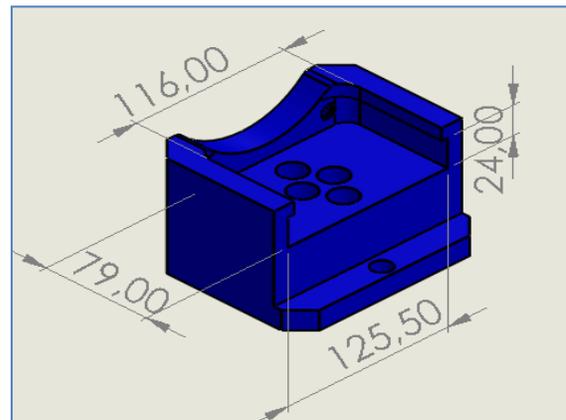
*Tableau II. 10 : Caractéristique mécanique de palier*

Densité (g.mm <sup>-3</sup> )	Masse (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Superficie (mm <sup>2</sup> )
0.01	12540.20	1607717.67	96444.11

#### 4.5 La chape

La chape porte les plaquettes de dévissage. Le matériau que nous avons adopté pour ces éléments est un acier XC38. Ses principales propriétés physiques et chimiques sont résumées dans le Tableau II.11.

Les principales caractéristiques (poids, volume, densité et superficie) de La chape définie par SolidWorks® sont affichées dans le tableau II.12.



*Figure II. 10 : Chape dessinée avec SolidWorks*

*Tableau II. 11 : Propriété mécanique de matériau XC38*

Propriété	Valeur	Unité
Module d'élasticité	210000	N.mm <sup>-2</sup>
Coefficient de Poisson	0.3	S.O.
Module de cisaillement	81000	N.mm <sup>-2</sup>
Masse volumique	<b>7850</b>	Kg.m <sup>-3</sup>
Limite de traction	580	N.mm <sup>-2</sup>
Limite d'élasticité	370	N.mm <sup>-2</sup>
Coefficient de dilatation thermique	0.33	K <sup>-1</sup>
Conductivité thermique	50	W. (m. K) <sup>-1</sup>
Chaleur spécifique	460	J. (kg .k) <sup>-1</sup>

*Tableau II. 12 : Caractéristique mécanique de la chape*

Densité (g.mm <sup>-3</sup> )	Masse (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Superficie (mm <sup>2</sup> )
0.01	7721.21	983594.22	96837.22

#### 4.6 Vis

La vis fixe le vérin carré au piston de la chemise. Le matériau que nous avons adopté pour ces éléments est un acier S275. Ses principales propriétés physiques et chimiques sont résumées dans le Tableau II.13.

*Figure II. 11 : Vis dessiné avec SolidWorks*

*Tableau II. 13 : Propriété mécanique de matériau S275*

Propriété	Valeur	Unité
Module d'élasticité	210000	N.mm <sup>-2</sup>
Coefficient de Poisson	0.3	S.O.
Module de cisaillement	80000	N.mm <sup>-2</sup>
Masse volumique	7850	Kg.m <sup>-3</sup>
Limite de traction	430	N.mm <sup>-2</sup>
Limite d'élasticité	235	N.mm <sup>-2</sup>
Coefficient de dilatation thermique	1.1e-5	K <sup>-1</sup>
Conductivité thermique	30	W. (m. K) <sup>-1</sup>
Chaleur spécifique	470	J. (kg .k) <sup>-1</sup>

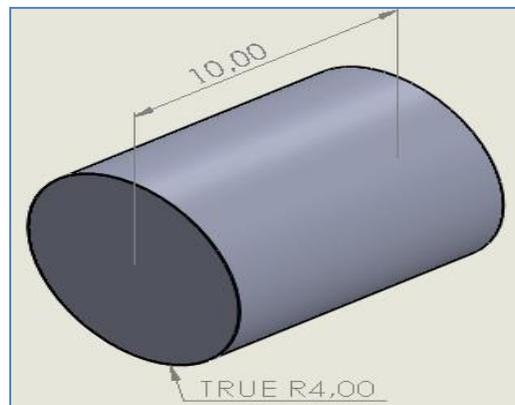
Les principales caractéristiques (poids, volume, densité et superficie) de visse par SolidWorks® sont affichés dans le tableau II.14.

*Tableau II. 14 : Caractéristique mécanique de vis*

Densité (g.mm <sup>-3</sup> )	Masse (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Superficie (mm <sup>2</sup> )
0.008	95.119	12117.078	5401.226

## 4.7 Goupille

La goupille assure le serrage des plaquettes et s'insère dans les trous de perçage. Le matériau choisi est l'acier 42CD4. Ses principales propriétés physiques et chimiques sont résumées dans le Tableau II.15.



*Figure II. 12 : Goupille dessinée avec SolidWorks*

Tableau II. 15 : Propriété mécanique de matériau 42CD4

Propriété	Valeur	Unité
Module d'élasticité	210000	N.mm <sup>-2</sup>
Coefficient de Poisson	0.3	S.O.
Module de cisaillement	80700	N.mm <sup>-2</sup>
Masse volumique	<b>7800</b>	Kg.m <sup>-3</sup>
Limite de traction	810	N.mm <sup>-2</sup>
Limite d'élasticité	620	N.mm <sup>-2</sup>
Coefficient de dilatation thermique	11.2	K <sup>-1</sup>
Conductivité thermique	0.42	W. (m. K) <sup>-1</sup>
Chaleur spécifique	420	J. (kg .k) <sup>-1</sup>

Les principales caractéristiques (poids, volume, densité et superficie) de goupille par SolidWorks® sont affichées dans le tableau II.16.

Tableau II. 16 : Caractéristique mécanique de goupille

Densité (g.mm <sup>-3</sup> )	Masse (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Superficie (mm <sup>2</sup> )
0.01	3.92	502.65	351.86

## 4.8 Plaquette

Les plaquettes sont les éléments de l'étau qui entrent en contact direct avec les tiges de forage. Elles sont conçues pour résister à l'usure et aux contraintes importantes.

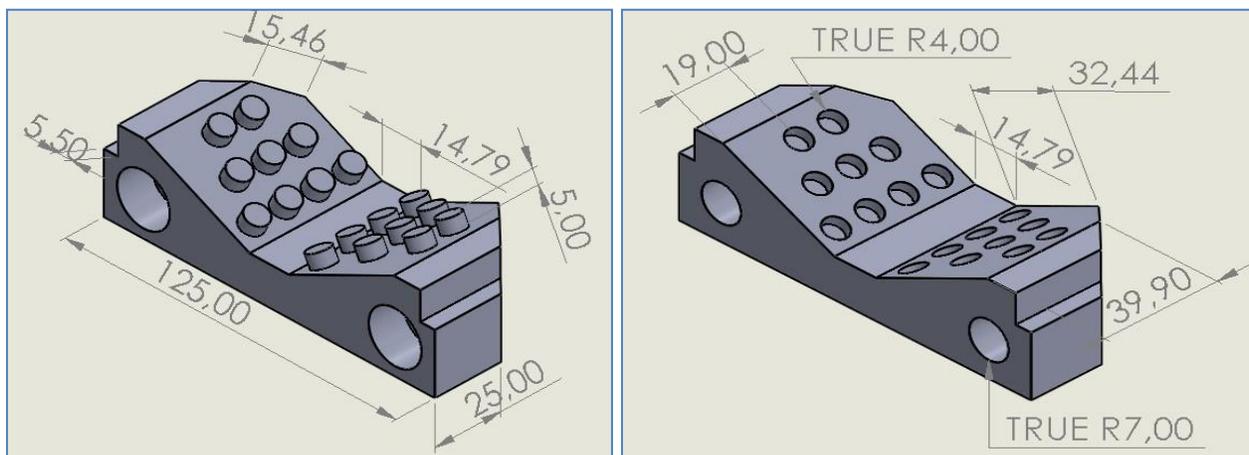
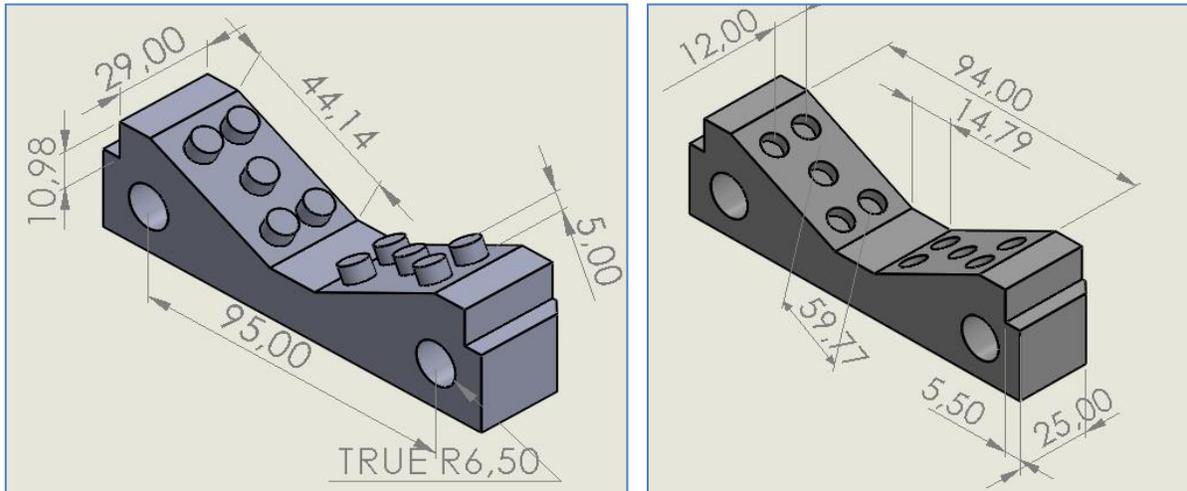


Figure II. 13 : Plaquette 1 dessinée avec SolidWorks



**Figure II. 14 :** Plaquette 2 dessinée avec SolidWorks

Le matériau que nous avons choisi pour ces éléments est l'acier 42CD4. Ses principales propriétés physiques et chimiques sont résumées dans le Tableau II.15, présenté précédemment.

Les principales caractéristiques (poids, volume, densité et superficie) des plaquettes 1 et 2, telles que définies par SolidWorks®, sont présentées dans les tableaux II.17 et II.18.

**Tableau II. 17 :** Caractéristique mécanique de plaquettes 1

Densité (g.mm <sup>-3</sup> )	Masse (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Superficie (mm <sup>2</sup> )
0.01	1022.32	131066.03	25220.24

**Tableau II. 18 :** Caractéristique mécanique de plaquette 2

Densité (g.mm <sup>-3</sup> )	Masse (g)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Superficie (mm <sup>2</sup> )
0.01	664.73	85221.26	18725.09

## 5 Développement de système de dévissage de tige de forage

### 5.1 Problématique

L'utilisation intensive du système de dévissage peut entraîner l'arrachement des goupilles des plaquettes, ce qui nuit à la durabilité du système et implique des coûts de réparation importants (Figure II.15).

### 5.2 Solution

Pour résoudre ce problème, les ingénieurs ont développé une solution consistant à usiner complètement les plaquettes en une seule pièce et à les soumettre à un traitement thermique (trempe et revenu). Cette modification augmente la résistance des plaquettes et réduit le risque

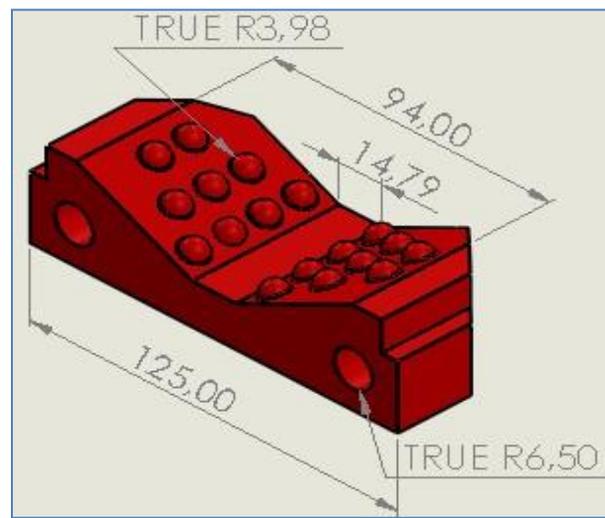
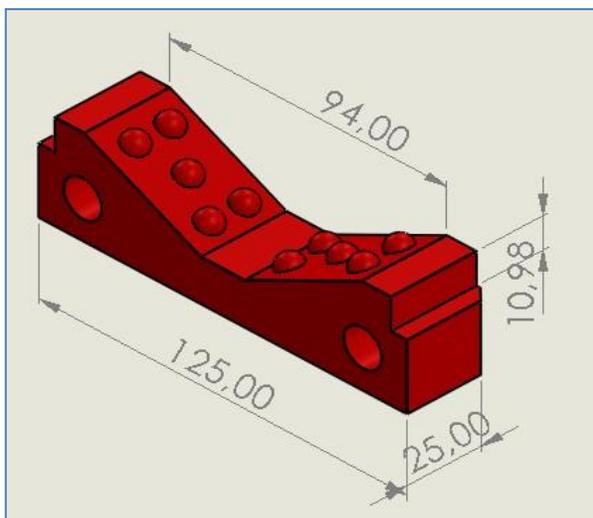
d'arrachement des goupilles (Figure II.16). Notre objectif est de simuler le comportement de cette solution et de vérifier la résistance de la tige et des plaquettes dans les conditions réelles d'utilisation.



*Figure II. 16 : Arrachement des goupilles de la plaquette*



*Figure II. 15 : Photo réelle d'une plaquette usinée*



*Figure II. 17 : Solution de plaquettes dessinée avec SolidWorks*

## Conclusion

Ce chapitre a permis d'explorer la conception de système de dévissage de tiges de forage. L'utilisation de SolidWorks a permis de créer des modèles 3D précis et d'identifier les caractéristiques mécaniques et géométriques des différents éléments. Les défis liés à la durabilité des composants ont été analysés, et des solutions ont été proposées pour améliorer la fiabilité et la durée de vie du système. Le prochain chapitre se concentrera sur la simulation du comportement des tiges de forage et des plaquettes sous les conditions de fonctionnement.

# Chapitre III

## Simulation numérique d'un système d'étau de dévissage des tiges de forage

### Introduction

L'étude, la conception et la simulation d'un système d'étau de dévissage des tiges de forage constituent les étapes les plus cruciales dans le processus de fabrication de ce dispositif. Cette étude nécessite des connaissances approfondies dans divers domaines, tels que la mécanique, la physique et la thermique, afin d'assurer la stabilité et la sécurité du système lors de son utilisation.

Ce chapitre se concentre sur la simulation numérique d'un système d'étau de dévissage des tiges de forage, une étape essentielle pour valider la conception et garantir la sécurité et la fiabilité du système lors de son utilisation. Nous explorerons les principes de la simulation numérique, le logiciel SolidWorks Simulation et ses fonctionnalités, ainsi que le processus d'analyse statique d'un modèle réel. Enfin, nous analyserons les résultats de la simulation pour évaluer le comportement des plaquettes et de la tige de forage sous les conditions de fonctionnement.

### 1 Simulation numérique

La simulation informatique, ou simulation numérique, est une méthode puissante qui permet de modéliser et d'étudier le comportement d'un système physique complexe à l'aide d'un ordinateur. Elle offre une alternative pratique et efficace aux tests physiques coûteux et chronophages.

#### 1.1 Définition de la simulation

Méthode de mesure et d'étude consistant à remplacer un système par un modèle plus simple mais ayant un comportement analogue. Le système ou le phénomène analysé peut être schématisé sous forme d'un modèle mécanique, électronique ou logico-mathématique. Nous nous intéresserons ici uniquement à la représentation du système sous la forme d'un modèle mécanique.

L'objectif d'un modèle de simulation peut être simplement descriptif : étudier le comportement d'un système sous différentes hypothèses d'évaluation de l'environnement, ou aussi normatif (décisionnel) : en simulant plusieurs décisions envisagées choisir la meilleure ou la moins mauvaise.

## 1.2 SolidWorks simulation

SolidWorks Simulation est un logiciel d'analyse de conception qui utilise la méthode des éléments finis (FEA) pour simuler le comportement structurel et dynamique des modèles 3D. Il permet aux concepteurs d'évaluer la résistance, la rigidité, la déformation et la durée de vie des composants sous différentes charges et conditions de fonctionnement.

## 1.3 Gamme SolidWorks simulation

SolidWorks Simulation propose plusieurs niveaux de fonctionnalités pour répondre aux besoins variés des concepteurs :

- **SolidWorks Simulation Standard** : Un environnement intuitif de tests virtuels pour la simulation statique linéaire, la simulation de mouvement temporelle et la simulation de fatigue méga-cyclique. Permet de déterminer si les performances d'un produit seront satisfaisantes et pour combien de temps.
- **SolidWorks Simulation Professional** : Un environnement dédié à la multiphysique séquentielle vous permettant de prendre en compte les effets de la dilatation thermique et les vibrations des produits. De plus, ce logiciel de simulation permet de réaliser des analyses d'hypothèses grâce à l'étude de conception avec optimisation paramétrique (modification des paramètres des modèles, matériaux, charges, contraintes, etc.).
- **SolidWorks Simulation Premium** : Permet de réaliser 03 types d'études avancées : dynamique linéaire (calcul des effets des charges dynamiques, d'impact ou de choc notamment), statique non linéaire (calcul de la déformation permanente et des contraintes résiduelles dues à des charges excessives par exemple) et dynamique non linéaire (où l'effet des charges variables en temps réel est intégré dans le calcul et les résultats). L'analyse non linéaire permet donc d'étudier le comportement des matériaux complexes (métal, caoutchouc, plastique) et tient compte des déflexions importantes et du contact glissant au sein des composants.

## 1.4 Fonctionnalités de SolidWorks Simulation

SolidWorks Simulation offre un large éventail de fonctionnalités pour les analyses de conception :

- Analyse des contraintes, des déformations et des déplacements.
  - Calcul du coefficient de sécurité.
  - Animation des résultats de simulation.
  - Outil de sonde pour examiner les résultats en détail.
  - Comparaison des données de test avec les résultats de simulation.
  - Détection des points sensibles (singularités de contrainte).
  - Rapport personnalisable de simulation.
-

## 2 Processus d'analyse

Le processus d'analyse d'un modèle dans SolidWorks Simulation comprend les étapes suivantes :

- 1. Création de l'étude :** Chaque analyse d'un modèle correspond à une étude. Nous pouvons avoir plusieurs études pour un même modèle.
- 2. Application du matériau :** application au modèle un matériau contenant les informations physique, mécanique, chimique et thermique, etc.
- 3. Application des conditions aux limites :** Les conditions aux limites sont ajoutées afin de représenter le mode de conservation du modèle physique.
- 4. Maillage de modèle :** Le modèle est fractionné en élément fini. Le maillage de modèle dépend du type de géométrie maillée, du type d'analyse à effectuer. SolidWorks simulation propose des éléments volumiques tétraédriques pour mailler la géométrie des solides et les éléments coques, triangulaires pour mailler celle des surfaces.

Dans notre simulation nous avons utilisé l'élément volumique tétraédrique à quatre nœuds, trois degrés de liberté dans chaque nœud et une densité moyenne pour le maillage.

- 5. Exécution de l'étude :** Le solveur de SolidWorks Simulation effectue les calculs pour déterminer les contraintes, les déplacements, les déformations et le coefficient de sécurité.

## 3 Résultats et discussion de la simulation

### 3.1 Analyse et simulation de la tige

Le modèle étudié dans cette sous-section est la tige de forage. L'objectif de cette étude est de vérifier la déformation de la tige dans les conditions de dévissage.

#### 3.1.1 Charges et condition aux limites

Les charges et les conditions aux limites appliquées sur la tige sont résumées dans les points suivants :

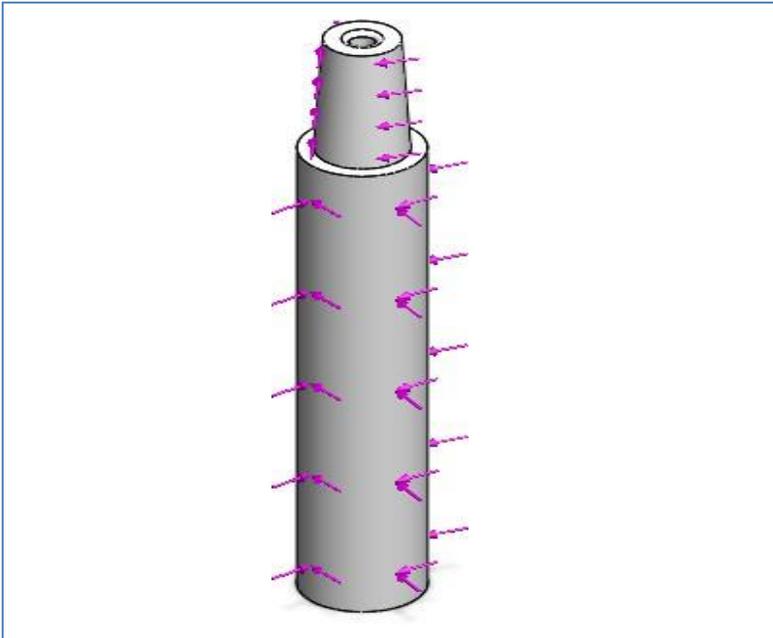
- Un couple de serrage de 25 N/mm<sup>2</sup> est appliqué sur la tige.
- Une force de 25 N est appliquée à la tige.

La Figure III.1 montre une représentation graphique de la tige, dessinée par Solid Works, sous l'effet des charges réparties et des conditions aux limites.

#### 3.1.2. Maillage de modèle

Après l'introduction des conditions aux limites et les charges appliquées sur la tige, l'étape suivante dans la simulation est de mailler le modèle. La Figure III.2 présente la tige sous une densité moyenne de maillage par l'élément tétraédrique.

---



*Figure III. 1 : Tige sous charges réparties et conditions aux limites*



*Figure III. 2 : Tige sous maillage volumique*

### 3.1.3. Résultats de la simulation de la tige

La tige à dévisser est vissée, les charges réparties et les conditions aux limites sont introduites, et le modèle est maillé. La dernière étape consiste à exécuter la simulation. Les principaux résultats de cette étude, tels que les champs de contraintes, les déplacements et les coefficients de sécurité, sont présentés et discutés.

#### a. Champ de contrainte

Le champ de contraintes équivalentes appliqué sur la tige est représenté sur la Figure III.3. On remarque que les contraintes maximales se situent dans les zones d'application des charges réparties (sous l'effet des appuis). Cette figure montre également que la valeur maximale de contrainte est d'environ 20 MPa, ce qui est inférieur à la limite élastique du matériau.



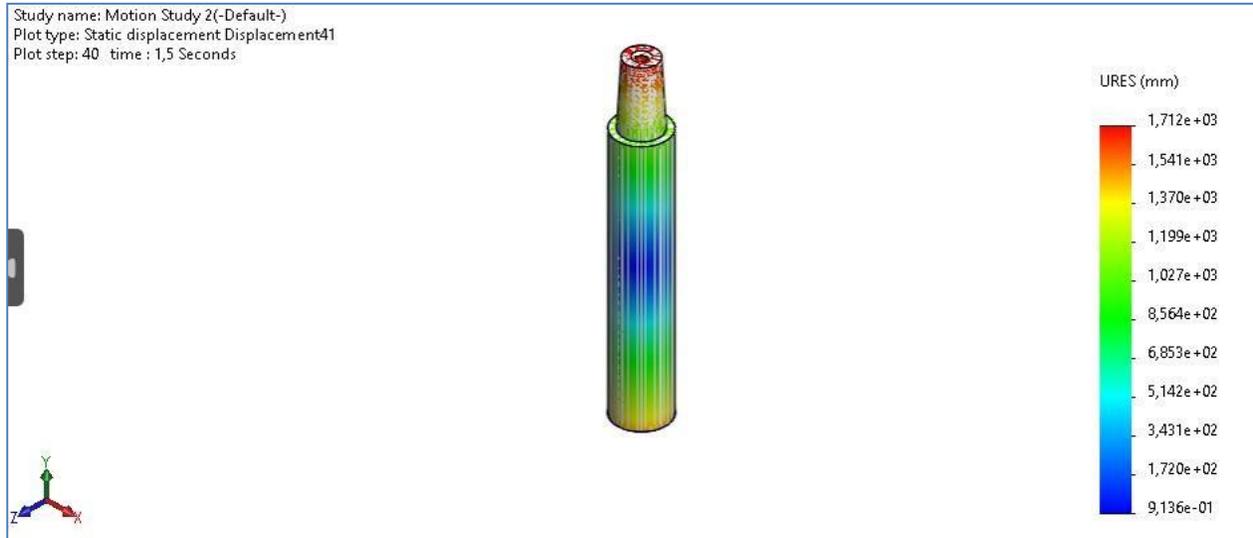
*Figure III. 3 : Distribution des contraintes équivalentes de Von-mises sur la tige*

#### b. Champ de déplacement

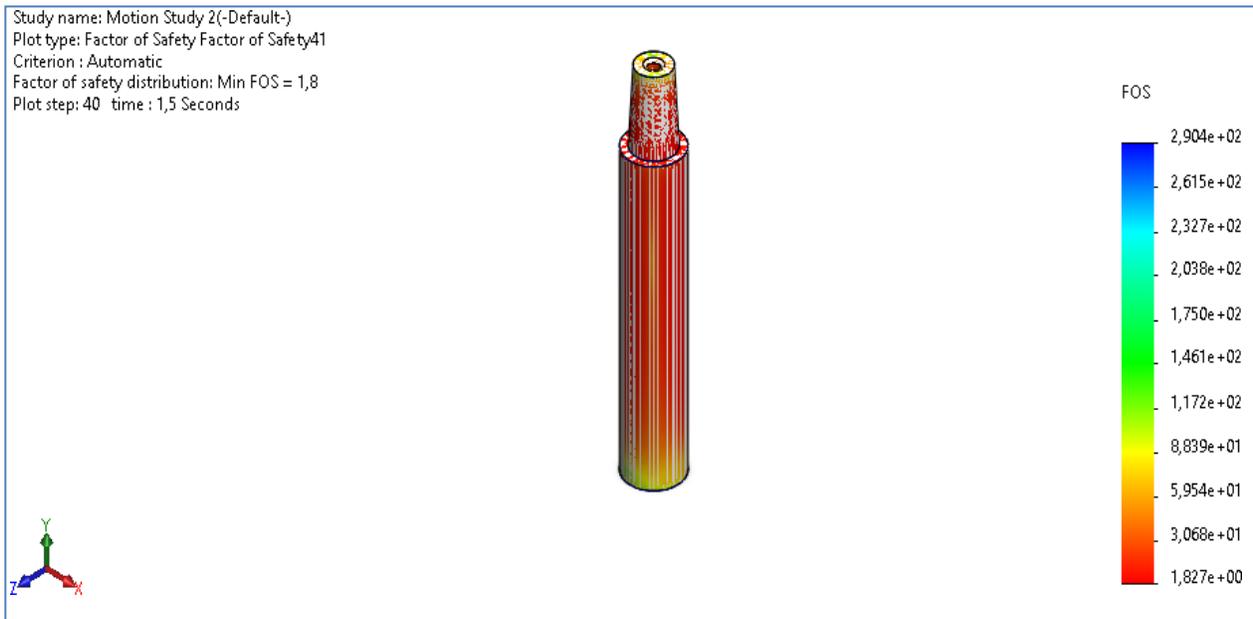
Les résultats présentés dans la Figure III.4 montrent le champ de déplacement de la tige sous l'effet des contraintes appliquées par les goupilles de la plaquette. On observe que les déplacements maximaux sont situés dans les zones d'application des charges (Figure III.3), avec une valeur maximale de déplacement d'environ 0.0017 mm.

#### c. Coefficient de sécurité

Pour valider la conclusion que la tige ne se déforme pas, nous présentons la distribution du coefficient de sécurité. La Figure III.5 montre cette distribution. Le coefficient de sécurité est défini comme le rapport entre la contrainte maximale appliquée et la limite élastique du matériau. L'analyse des résultats de cette figure montre que la valeur minimale du coefficient de sécurité est de 1.8. Par conséquent, nous pouvons conclure que la limite élastique du matériau est 1.8 fois supérieure à la valeur de la contrainte maximale, ce qui signifie que la tige ne se déforme pas



*Figure III. 5 : Distribution de champ de déplacement de la tige*



*Figure III. 4 : Distribution du coefficient de sécurité sur la tige*

Après l'étude de la tige, nous passons maintenant à l'analyse et à la simulation des éléments essentiels du système de dévissage, à savoir les plaquettes, en comparant l'ancien et le nouveau modèle.

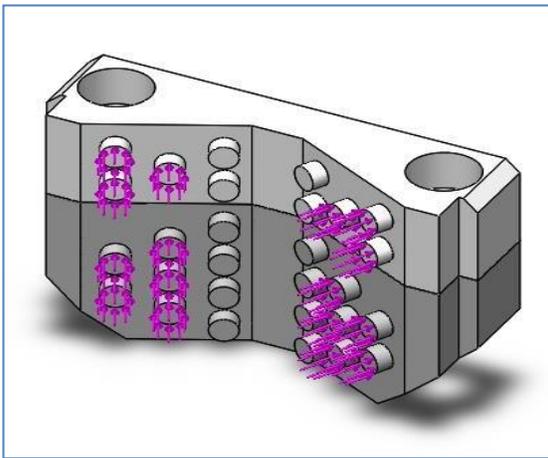
## 3.2 Analyse et simulation des plaquettes

Les plaquettes ont été analysées pour évaluer leur résistance et leur durabilité. Deux modèles de plaquettes ont été simulés :

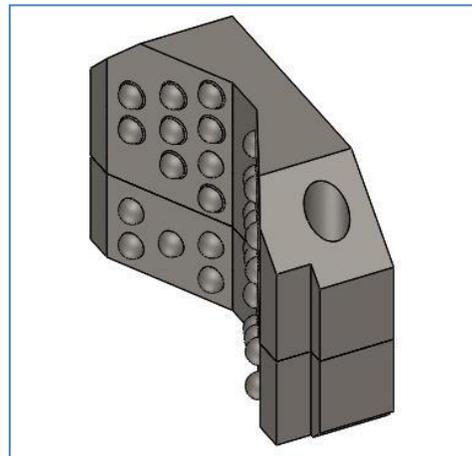
1. **Plaquettes avec goupilles** : Le modèle original, utilisant des goupilles pour le serrage.
2. **Plaquettes usinées** : Le modèle amélioré, usiné en une seule pièce pour une meilleure résistance.

### 3.2.1. Charges et condition aux limites

Les charges et les conditions aux limites appliquées sur le toit sont résumées par une force de 25 N exercée sur les plaquettes. La Figure III.6 présente une représentation graphique de la plaquette avec goupilles, tandis que la Figure III.7 illustre la plaquette usinée. Ces représentations, dessinées à l'aide de SolidWorks®, montrent les effets des charges réparties et des conditions aux limites.



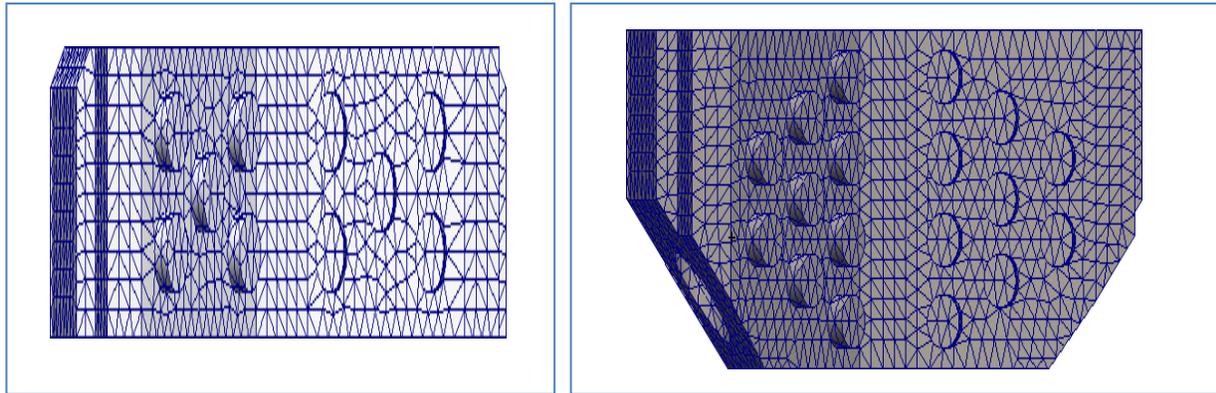
*Figure III. 7 : Plaquette avec goupilles sous forces appliquées et conditions aux limites*



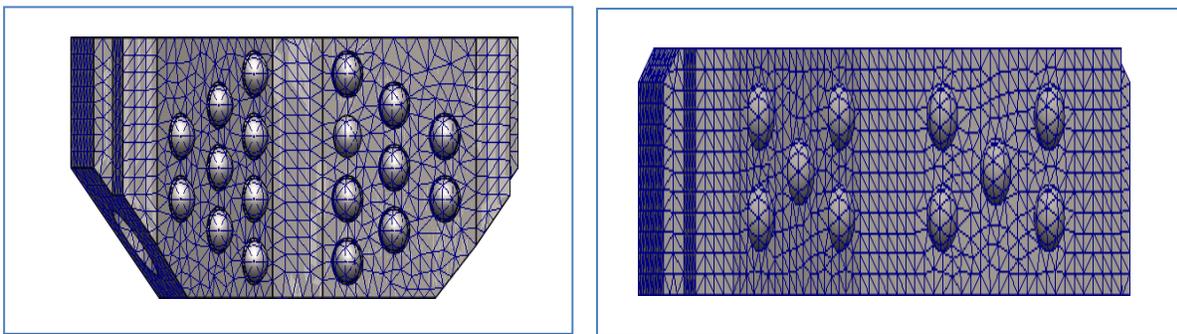
*Figure III. 6 : Plaquette usinée avec sous forces appliquées et conditions aux limites*

### 3.2.2. Maillage de modèle

Après l'introduction des conditions aux limites et des forces appliquées sur la plaquette, l'étape suivante dans la simulation est de mailler le modèle. La Figure III.8 présente la plaquette avec goupilles, tandis que la Figure III.7 illustre la plaquette usinée, toutes deux sous une densité moyenne de maillage avec des éléments tétraédriques.



*Figure III. 9 : Plaquette avec goupilles sous maillage*



*Figure III. 8 : Plaquette usinée sous maillage*

### 3.2.3 Résultats de la simulation de la plaquette avec goupilles

La plaquette avec goupilles est réalisée, les forces appliquées et les conditions aux limites sont introduites, et le modèle est maillé. La dernière étape consiste maintenant à exécuter la simulation. Les principaux résultats de cette étude sont présentés et discutés ci-dessous.

#### a. Champ de contrainte

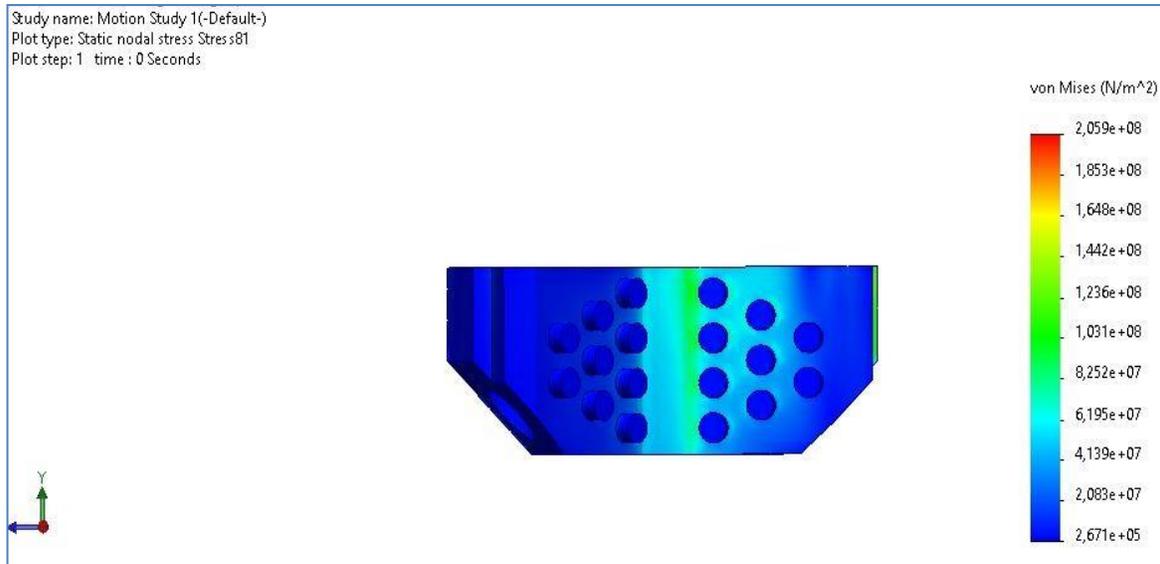
Le champ de contraintes équivalentes appliqué sur la plaquette est représenté sur la Figure III.10. On remarque que les contraintes maximales se situent dans les zones d'application des forces. Cette figure montre également que la valeur maximale de contrainte est d'environ 206 MPa, ce qui est inférieure à la limite élastique du matériau.

#### b. Champ de déplacement

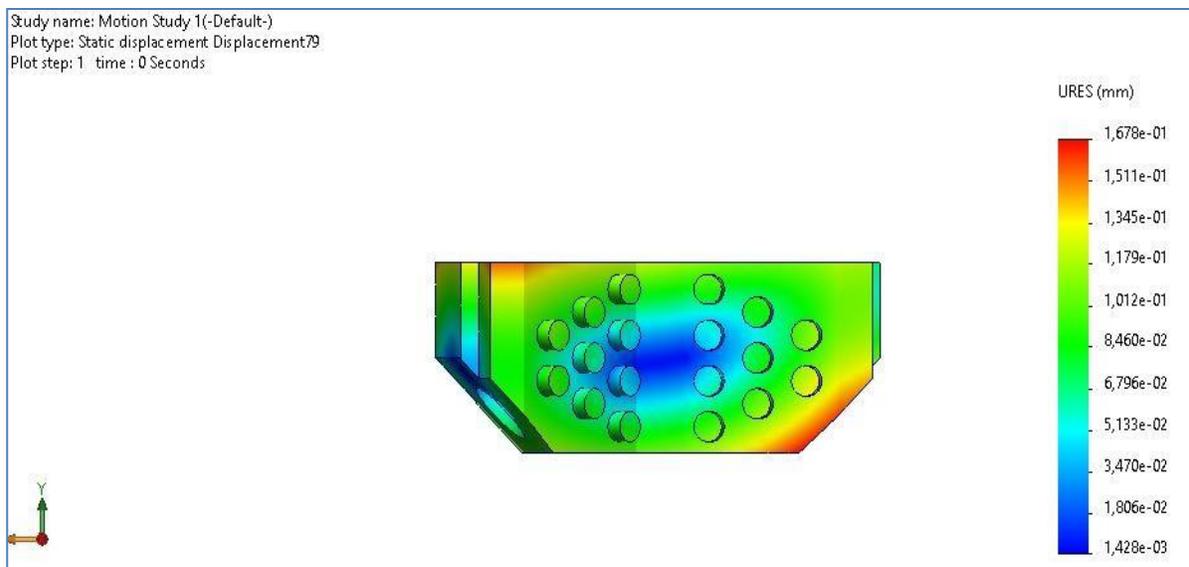
Les résultats présentés dans la Figure III.11 montrent le champ de déplacement de la plaquette sous l'effet des contraintes appliquées par la tige. On observe que les déplacements maximaux sont situés dans les zones d'application des charges (Figure III.10), avec une valeur maximale de déplacement d'environ 0.16 mm. Cette valeur est presque négligeable par rapport à la taille du support.

### c. Coefficient de sécurité

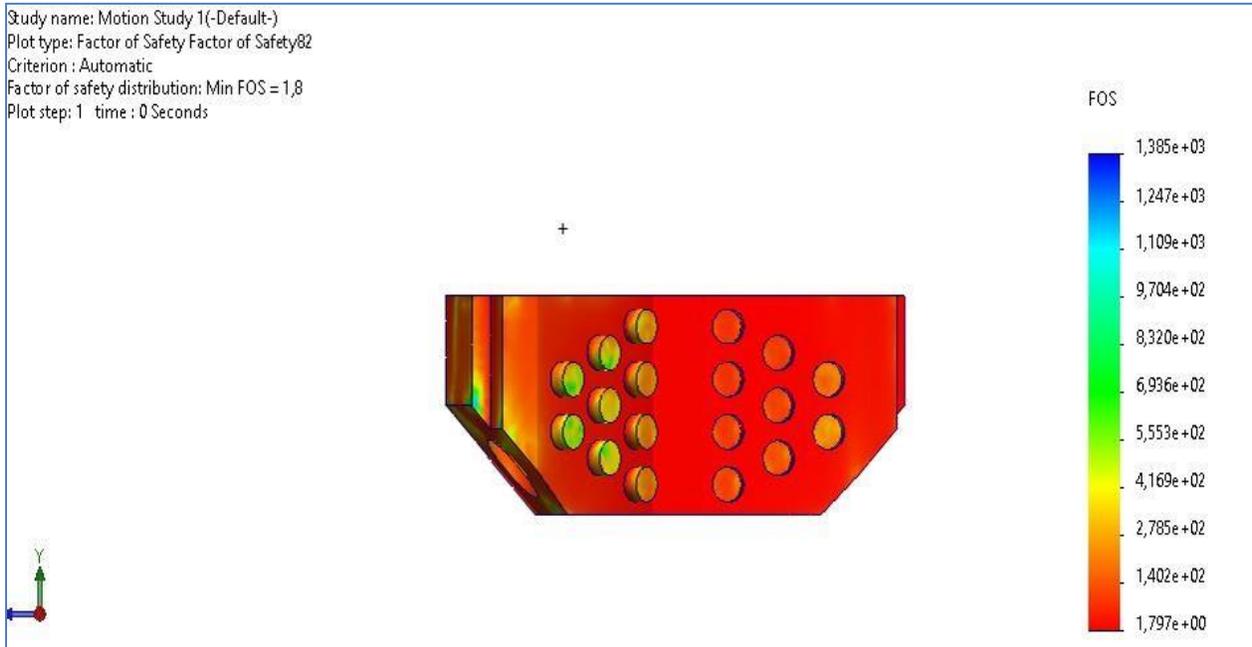
Pour valider la résistance de la plaquette avec goupilles, nous présentons la distribution du coefficient de sécurité. La Figure III.12 montre cette distribution. L'analyse des résultats de cette figure montre que la valeur minimale du coefficient de sécurité est de 1.8. Le coefficient de sécurité minimum est relativement faible, ce qui indique que les goupilles sont sujettes à la déformation et à l'arrachement après un certain nombre de cycles de fonctionnement.



*Figure III. 10 : Distribution des contraintes équivalentes sur la plaquette avec goupilles*



*Figure III. 11 : Distribution de champ de déplacement sur la plaquette avec goupilles*



*Figure III. 12 : Distribution du coefficient de sécurité sur la plaquette avec goupilles*

### 3.2.4 Résultats de la simulation de la plaquette usinée

Après avoir vérifié les performances de la plaquette avec goupilles, nous passons maintenant à l'évaluation des performances de la plaquette usinée. Cette dernière est réalisée, les forces appliquées et les conditions aux limites sont introduites, et le modèle est maillé. La dernière étape consiste maintenant à exécuter la simulation. Les principaux résultats de cette étude sont présentés et discutés ci-dessous : Les principaux résultats de cette étude sont présentés et discutés ci-dessous :

#### a. Champ de contrainte :

Le champ de contraintes équivalentes appliqué sur la plaquette usinée est représenté sur la Figure III.13. On remarque que les contraintes maximales se situent dans les zones d'application des forces (sous l'effet des élingues). Cette figure montre également que la valeur maximale de contrainte est d'environ 418 MPa, ce qui est inférieur à la limite élastique du matériau.

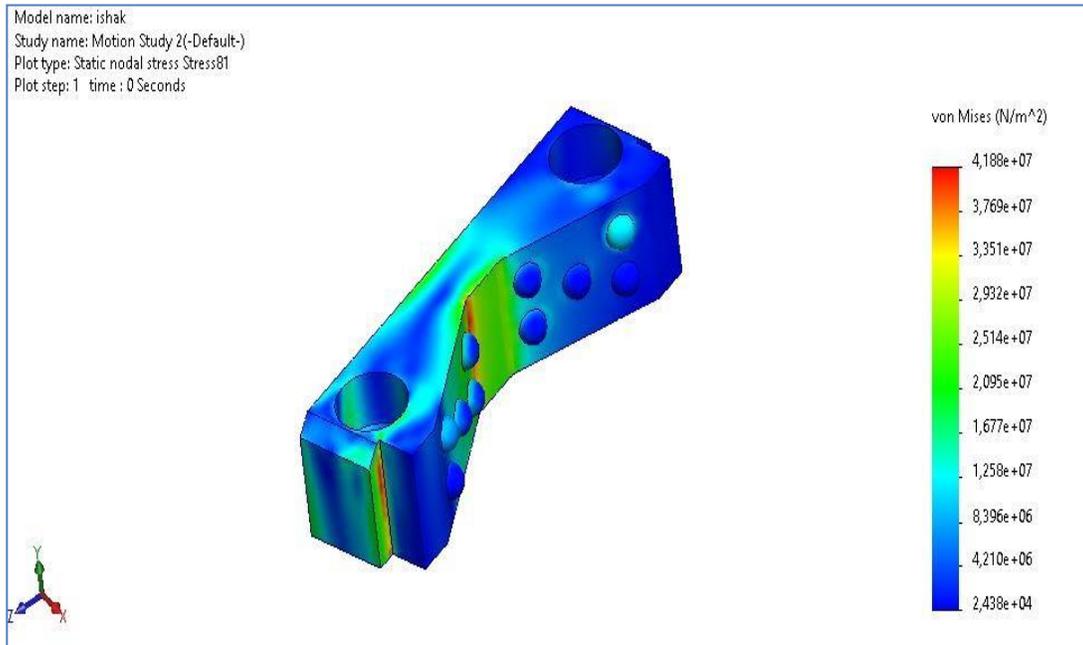
#### b. Champ de déplacement

Les résultats présentés dans la Figure III.14 montrent le champ de déplacement de la plaquette sous l'effet des contraintes appliquées par les plaquettes. On note que les déplacements maximaux sont situés dans les zones d'application des charges (Figure III.13), avec une valeur maximale de déplacement d'environ 0.001 mm. Cette valeur est presque négligeable par rapport à la taille de la plaquette.

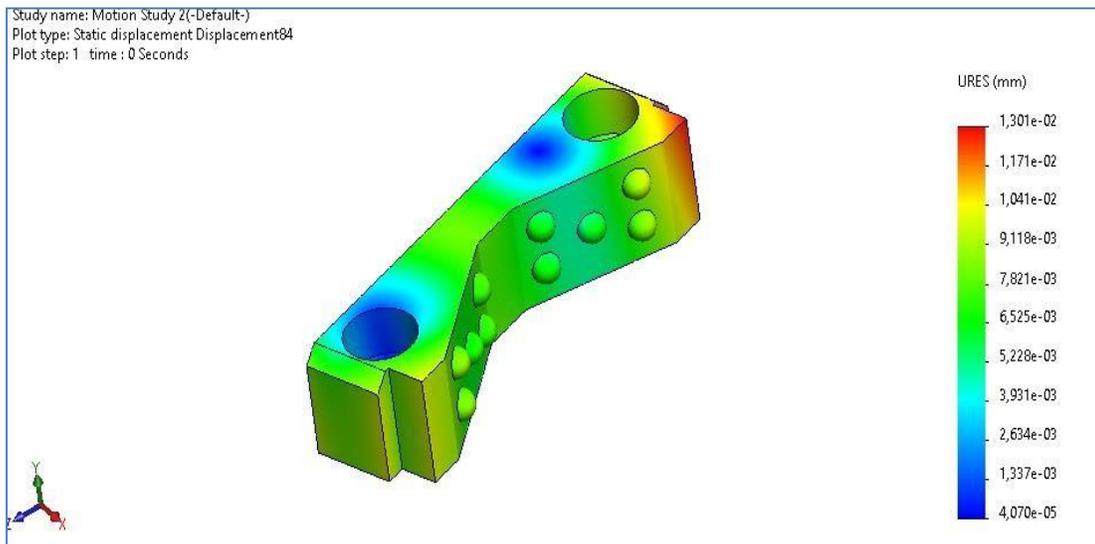
#### c. Coefficient de sécurité

Pour valider la robustesse de la plaquette, nous présentons la distribution du coefficient de sécurité. La Figure III.15 montre cette distribution. L'analyse des résultats de cette figure montre

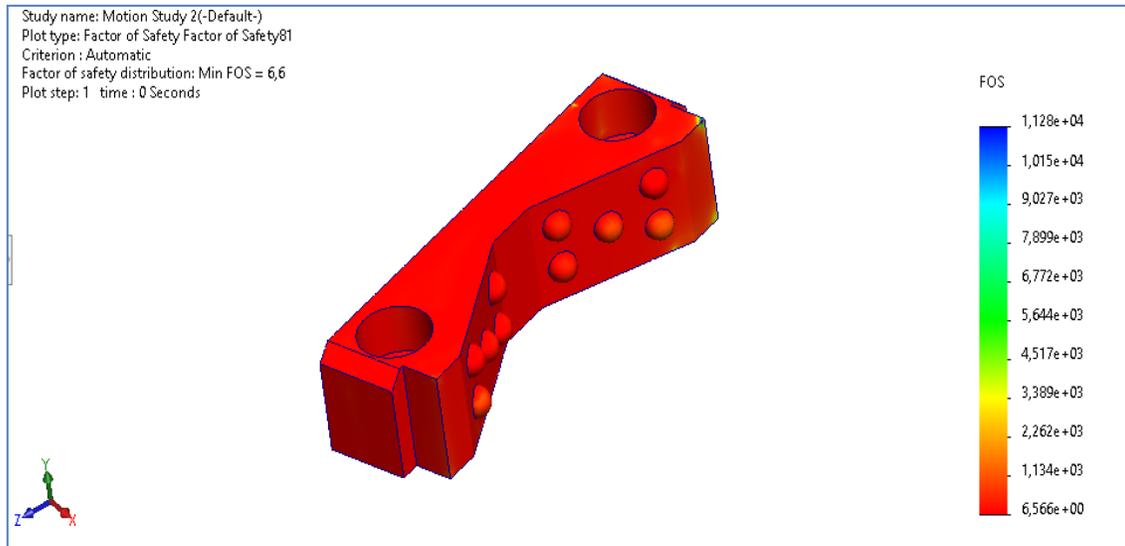
que la valeur minimale du coefficient de sécurité est de 6.6. Par conséquent, nous pouvons conclure que la limite élastique du matériau est presque sept fois supérieure à la valeur de contrainte maximale. Le coefficient de sécurité minimum est significativement plus élevé, indiquant une meilleure résistance et durabilité.



**Figure III. 13 :** Distribution des contraintes équivalentes sur la plaquette usinée



**Figure III. 14 :** Distribution de champ de déplacement sur la plaquette usinée



*Figure III. 15 : Distribution du coefficient de sécurité sur la plaquette usinée*

## Conclusion

L'étude, la conception et simulation de la tige ainsi que du système de dévissage sont achevées, avec une analyse détaillée des paramètres, facteurs et démarches impliqués dans cette étude. Les résultats obtenus ont été présentés, discutés et validés. À partir de ce chapitre, il est clair que pour concevoir un système de dévissage sécurisé et fiable, il est essentiel de prendre en compte plusieurs paramètres critiques tels que les caractéristiques géométriques et mécaniques de la pièce à dévisser, ainsi que les matériaux appropriés pour chaque élément du système.

La simulation numérique a permis d'évaluer le comportement du système d'étai de dévissage des tiges de forage dans des conditions réelles de fonctionnement. Les résultats de la simulation ont confirmé la résistance de la tige et ont mis en évidence que les plaquettes usinées en une seule pièce offrent une meilleure résistance et durabilité comparativement aux plaquettes utilisant des goupilles. Cette approche renforce la fiabilité du système tout en minimisant les risques de déformation et d'usure prématurée, assurant ainsi une performance optimale et une longue durée de vie du dispositif de dévissage.

# Chapitre IV

## Fabrication des plaquettes sous DMU 95 Monobloc

### Introduction

Ce chapitre présente la machine-outil utilisée pour usiner les plaquettes du système de dévissage, ainsi que le programme de commande numérique (CNC) qui guide le processus d'usinage. La compréhension de ces éléments est essentielle pour comprendre le processus de fabrication des plaquettes et pour appréhender les possibilités et les limitations de l'usinage CNC.

### 1 Présentation DMG

DMG (Deckel Maho Gildemeister) est un leader mondial dans la fabrication de machines-outils de haute précision, réputé pour son innovation et sa qualité [9].

#### 1.1 Gamme de produits

DMG propose une large gamme de machines-outils CNC, notamment des centres d'usinage, des tours CNC, des machines de fraisage, des machines de découpe laser et des machines de rectification. Ces machines sont conçues pour répondre aux besoins spécifiques de diverses industries, comme l'automobile, l'aérospatiale, l'énergie, la fabrication d'outils et de moules.

#### 1.2 Technologies avancées

Les machines DMG intègrent des technologies avancées telles que :

- Des commandes numériques performantes.
- Des systèmes d'entraînement de haute précision.
- Des changeurs d'outils automatiques rapides.
- Des systèmes de refroidissement efficaces.
- Des technologies de mesure et de contrôle de pointe.

#### 1.3 Solutions intégrées

En plus de leurs machines individuelles, DMG propose également des solutions intégrées complètes pour l'automatisation des processus de fabrication. Cela comprend des systèmes de palettisation, des robots industriels, des cellules de production automatisées, et des logiciels de gestion de production, permettant aux entreprises d'optimiser leur efficacité opérationnelle et leur productivité.

## 1.4 Qualité et fiabilité

En plus de ses machines individuelles, DMG propose des solutions complètes d'automatisation de la production, comprenant des systèmes de palettisation, des robots industriels, des cellules de production automatisées et des logiciels de gestion de production.

## 1.5 Service et support client

DMG s'engage à fournir un service client de haute qualité à ses clients du monde entier. Leur réseau mondial de centres de service après-vente offre une assistance technique, des services de maintenance et des pièces de rechange pour garantir le bon fonctionnement continu des machines et la satisfaction des clients.

En résumé, DMG est un leader mondial dans le domaine des machines-outils CNC, offrant une gamme diversifiée de produits de haute qualité, des technologies de pointe, des solutions intégrées et un service clientèle exceptionnel

## 2 Machine utilisée: DMU 95 monobloc

La DMU 95 mono block est une machine-outil de haute précision conçue pour l'usinage de pièces complexes dans divers secteurs industriels. Voici une présentation générale de ses caractéristiques et capacités [10] :

### 2.1 Conception monoblocs

La DMU 95 mono block est construite sur une structure monoblocs rigide qui offre une excellente stabilité et absorbe les vibrations lors de l'usinage, garantissant ainsi une grande précision et une meilleure qualité de surface des pièces.

### 2.2 Système de commande numérique (CNC) :

Équipée d'une CNC avancée, cette machine permet une programmation précise des opérations d'usinage, offrant une grande flexibilité dans la production de pièces complexes.

### 2.3 Axes de déplacement multi directionnels

La DMU 95 mono block dispose de plusieurs axes de déplacement (3 à 5 axes selon les modèles), ce qui permet d'effectuer des opérations d'usinage complexes, y compris le fraisage, le tournage, le perçage et le taillage d'engrenages, avec une grande précision et efficacité.

### 2.4 Changeur d'outils automatique

Elle est équipée d'un changeur d'outils automatique qui permet un changement rapide des outils pendant le processus d'usinage, réduisant ainsi les temps d'arrêt et augmentant la productivité.

### 2.5 Système de refroidissement intégré

Pour maintenir une température stable pendant l'usinage et éviter toute déformation des pièces, la machine est équipée d'un système de refroidissement intégré qui assure un refroidissement efficace des outils et des pièces.

---

## 2.6 Interface utilisateur conviviale

Dotée d'une interface utilisateur conviviale, la DMU 95 mono block est facile à utiliser et à programmer, ce qui permet aux opérateurs de contrôler et de surveiller facilement le processus d'usinage.

## 2.7 Applications variées

Cette machine est polyvalente et peut être utilisée dans divers secteurs industriels, tels que l'aérospatiale, l'automobile, la fabrication d'outils et de moules, et bien d'autres encore.

En résumé, la DMU 95 mono block est une machine-outil hautement performante, conçue pour répondre aux besoins d'usinage les plus exigeants tout en offrant une grande précision, une fiabilité et une productivité élevée.



*Figure IV. 1 : Machine DMU 95 Monobloc à 5 axes (SFT)*

## 3 Les différentes origines des MOCN

- **Origine machine (Om)** : Position des chariots par rapport aux règles de la machine, définie lors de la procédure de prise d'origine machine (POM).
- **Origine programme (OP)** : Point choisi par le programmeur pour calculer les points de passage des outils.
- **Origine outil (Oo)** : Point appartenant au corps de l'outil, considéré comme un point unique avec le porte-outil [11].

## 4 Fonctions définissant la nature des données opératoires

Le langage de programmation CNC utilise des codes G et des codes M pour contrôler les mouvements de la machine-outil [10].

- **G90** : programmation des cotes en valeur absolue.
- **G91** : programmation en valeurs relatives.
- **G92** : pour décalage d'origine.
- **G93, G94 et G95** : concernent la lettre -adresse F (avance) :

- **G93** est un code indiquant que la vitesse d'avance est exprimée en inverse du temps  $V/L$  où  $V$  est la vitesse de déplacement réelle (tangente à la trajectoire) à la pointe de l'outil, exprimée en mm/mn et  $L$  la longueur en mm de la trajectoire de la pointe de l'outil. Ce code est imposé lors du déplacement simultané d'axes linéaires et rotatifs (la vitesse angulaire est utilisée pour les axes rotatifs seuls), les CNC prenant rarement en compte le problème de la distance variable entre l'outil et axe de rotation A, B et/ou C.
- **G94** est utilisée en tournage et fraisage pour exprimer les vitesses d'avance en mm/mn.
- **G95** sert en taraudage pour exprimer l'avance en mm/tour
- **G96 et G97** : s'utilisent avec la lettre adresse S :
  - **G96 et G97** définissent la façon d'indiquer la vitesse de broche :
  - **G96** impose une vitesse de coupe constant en tournage, elle assure la variation de la vitesse de rotation de la broche en fonction du diamètre d'action de l'outil, il est associé à cette fonction,
  - Une autre fonction qui impose une vitesse maximale de rotation (en tour/min) à ne pas dépasser, notamment lorsque l'outil s'approche de l'axe de rotation.
  - **G97** sert à exprimer la rotation de la broche en tours/mn.

*Tableau IV. 1 : Fonctions préparatoires G.*

Fonction	Définition
G00	Positionnement point par point (avance rapide)
G01	Interpolation linéaire
G02	Interpolation circulaire dans le sens horaire
G03	Interpolation circulaire dans le sens antihoraire
G04	Temps d'arrêt (en secondes)
G17	Plan XY
G18	Plan ZX
G19	Plan YZ
G33	Taillage d'un filet
G40	Désélection de la correction du rayon d'outil
G41	Correction du rayon d'outil à gauche
G42	Correction du rayon d'outil à droite
G45	Addition du rayon d'outil

G46	Soustraction du rayon d'outil
G47	Addition du diamètre d'outil
G48	Soustraction du diamètre d'outil
G64	Cycle d'ébauche
G65	Cycle d'ébauche de gorge
G66	Cycle de défonçage
G72	Cycle de fraisage de poche
G74	Cycle de filetage, taraudage (filet à gauche)
G78	Cycle de filetage
G81	Cycle de perçage
G82	Cycle de perçage – cambrages
G83	Cycle de déburrage
G84	Cycle de taraudage
G85	Cycle d'alésage
G86	Cycle de rainurage
G88	Cycle de surfacage
G89	Cycle d'alésage avec temporisation
G90	Cotation absolue
G91	Cotation relative
G92	Décalage du point d'origine
G94	Avance par minute
G95	Avance par tour
G96	Vitesse de coupe constante
G97	Vitesse de rotation constante

## 5 Fonctions auxiliaires normalisées M

Les fonctions auxiliaires servent à définir des interruptions de programme et des actions gérées par automate, on peut citer [10] :

- **Fonctions d'arrêt M00, M01, M02, M30 :**
  - **M00 :** Arrêt programmé de la broche, de l'arrosage (et fin de traitement). Il permet l'intervention de l'opérateur, par exemple pour effectuer une modification du bridage ou un control (rarement un retournement de la pièce).
  - **M01 :** Arrêt facultatif (doit être validé par l'opérateur au pupitre)
  - **M02 :** fin de programme (et du travail), M02 réinitialise le système et efface les registres.
  - **M30 :** est identique à M2 mais entraîne le retour au premier bloc du programme (ou le rembobinage de la bande perforée).
- **Fonctions de mise en route de la broche M03, M04 M13 et M14 :**
  - **M03, M04 :** Mise en route de la broche : M03 dans le sens anti-trigonométrique (horaire), M04 dans le sens trigonométrique, en fraisage le sens de travail de la majorité des outils est M3.
  - **M05 :** assure l'arrêt de la broche.
  - **M19 :** entraîne l'arrêt de la broche dans une position déterminée.
- **Arrosage :**
  - **M07 :** mise en route de l'arrosage n° 2 M08 mise en route de l'arrosage n°1
  - **M09 :** arrêt de l'arrosage.
  - **M50 et M51 :** assurent respectivement la mise en route des arrosages 3 et 4.

## 6 Fonctions assurant simultanément plusieurs actions

Les fonctions M13 et M14 assurent simultanément la mise en route de la broche et de l'arrosage avec des sens de rotation de broche correspondant respectivement à M3 et M4 [10].

- **Fonctions d'ablocage ou de choix de broche :** M10 et M11 assurent le serrage ou le desserrage d'un frein d'axe ou de bridage d'une pièce. La fonction M10 permet de bloquer un axe, elle est utilisée surtout sur les tours dotés d'un axe C et dans les machines qui ont 4 axes et plus pour bloquer les axes A, B, C et U, V, W pour une plus grande précision d'exécution. M10 est révoqué par M11.

M55 et M56 provoquent un décalage d'origine relatif à l'emploi de broches 1 ou 2. M60 est utilisé pour la commande du chargement automatique des pièces.

**Fonctions spécifiant la gamme de vitesses :** Il est difficile d'assurer une variation continue de vitesse sur une plage étendue tout en disposant d'un couple élevé sur toute plage. Aussi certaines machines disposent d'une boîte automatique, on doit alors indiquer la plage retenue au démarrage par la lettre-adresse M avec un code qui peut varier de M36 à M45.

M48 autorise un réglage manuel de la vitesse en agissant sur un potentiomètre (communément appelé manivelle). Cette faculté est révoquée par M49.

- **Réalisation du changement d'outil :** Pour changer un outil il ne suffit pas de le désigner par son numéro T..., il faut provoquer le changement en déclenchant une action physique par la fonction M06. Cela se traduit par l'activation du circuit d'outil pour un changement manuel ou par déclenchement au niveau de l'automate de la procédure de changement automatique. La norme prévoit quatre chiffres après la lettre-adresse T : T pour désigner par les deux premiers chiffres le numéro d'outil, les deux suivants indiquant le numéro de registre contenant les jauges d'outils

Dans le cas de systèmes plus automatisés, plusieurs actions doivent être exécutées, on fait alors appel à un sous-programme (CN ou automate) qui assurera une exécution synchronisée de la rotation du magasin d'outil, du bras manipulateur, du déblocage de l'outil à enlever et de l'ablocage du nouvel outil.

*Tableau IV. 2 : fonctions auxiliaires M*

Fonction	Définition
M00	Arrêt programmé
M01	Arrêt facultatif
M02	Fin de programme
M03	Rotation de la broche à droite
M04	Rotation de la broche à gauche
M05	Arrêt de la broche
M06	Changement d'outil
M07	Mise en route de l'arrosage n° 2
M08	Mise en route de l'arrosage n° 1
M09	Arrêt de l'arrosage
M20	Retour de contre poupée
M21	Avance de contre poupée
M25	Ouvrir dispositif de serrage
M26	Fermer dispositif de serrage
M30	Fin programme

## 7 Programme CNC (Code G) de la plaquette usinée :

Voici le programme CNC pour l'usinage de la plaquette usinée, illustrant l'utilisation des codes G et des codes M :

N1 T1; 6MM CRB 2FL 19 LOCN2 M6

N3 M3 S12000 M41

N4 G54

N5 M8

N6 G90 G0 X-64.668 Y-33.59 M3

N7 Z2.406

N8 G1 Z-4.594 F16500.

N9 Z-7.094 F200

N10 X-64.076 Y-33.196 F2808

N11 G3 X-63.982 Y-32.242

N12 G1 X-64.773 Y-31.45

N13 G3 X-65.727 Y-31.545

N14 G1 X-66.121 Y-32.137

N15 X-63.275 Y-34.114 F16500

N16 X-62.977 Y-33.744 F2808

N17 G3 X-63.038 Y-32.62

N18 G1 X-65.151 Y-30.507

N19 G3 X-66.275 Y-30.446

N20 G1 X-66.645 Y-30.744

N21 X-62.384 Y-34.221 F16500

N22 X-62.212 Y-33.907 F2808

N23 G3 X-62.383 Y-32.709 I=AC (-63.097) J=AC (-33.423) F200

N24 G1 X-64.505 Y-30.588

N25 X-65.24 Y-29.853 F2808

N26 G3 X-66.438 Y-29.681 I=AC (-65.954) J=AC (-30.566)

N27 G1 X-66.752 Y-29.853

N28 X-61.818 Y-34.221 F16500

N29 X-61.646 Y-33.907 F2808

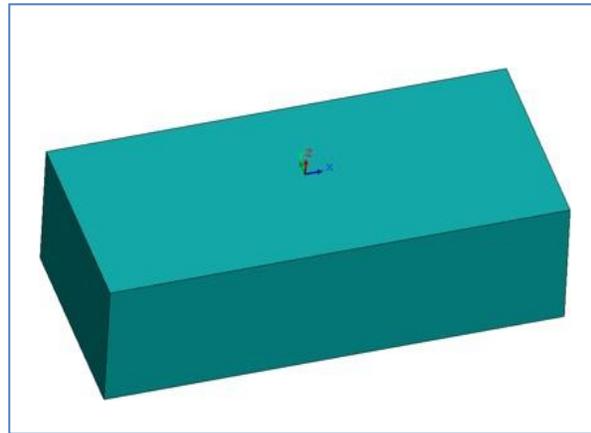
N30 G3 X-61.818 Y-32.709 I=AC (-62.531) J=AC (-33.423) F200

N31 G1 X-63.939 Y-30.588

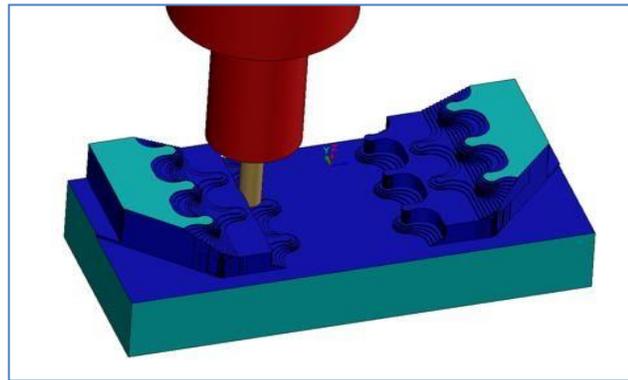
N32 X-65.24 Y-29.287 F2808

N33 G3 X-66.438 Y-29.115

N34 G1 X-66.752 Y-29.287



*Figure IV. 2 : Pièce brute*



*Figure IV. 3 : Premier cycle (ébauche)*

N35 X-61.252 Y-34.221 F16500.

N36 X-61.08 Y-33.907 F2808.

N37 G3 X-61.252 Y-32.709

N38 G1 X-63.373 Y-30.588

N39 X-65.24 Y-28.721 F2808.

N40 G3 X-66.438 Y-28.549

N41 G1 X-66.752 Y-28.721

N42 X-60.686 Y-34.221 F16500.

N43 X-60.514 Y-33.907 F2808.

N44 G3 X-60.686 Y-32.709 I=AC (-61.4) J=AC (-33.423) F200.

N45 G1 X-62.807 Y-30.588

N46 X-65.24 Y-28.155 F2808.

N47 G3 X-66.438 Y-27.984 I=AC (-65.954) J=AC (-28.869)

N48 G1 X-66.752 Y-28.155

N49 X-60.121 Y-34.222 F16500.

N50 X-59.949 Y-33.907 F2808.

N51 G3 X-60.12 Y-32.71 I=AC (-60.834) J=AC (-33.423) F200.

N52 G1 X-62.242 Y-30.588

N53 X-65.24 Y-27.59 F2808.

N54 G3 X-66.438 Y-27.418 I=AC (-65.954) J=AC (-28.303)

N55 G1 X-66.752 Y-27.59

N56 X-59.555 Y-34.222 F16500.

N57 X-59.383 Y-33.907 F2808.

N58 G3 X-59.555 Y-32.71

N59 G1 X-61.676 Y-30.588

N60 X-65.24 Y-27.024 F2808.

N61 G3 X-66.438 Y-26.852

N62 G1 X-66.752 Y-27.024

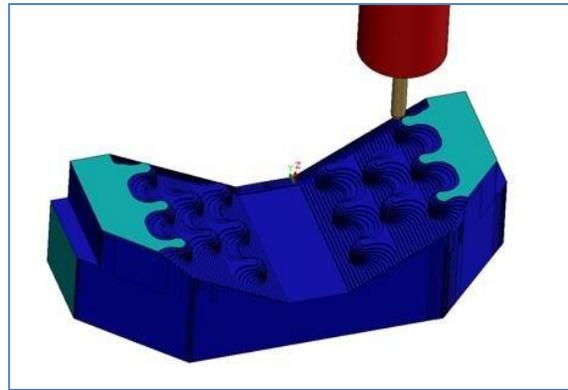
N63 X-58.989 Y-34.222 F16500.

N64 X-58.817 Y-33.908 F2808.

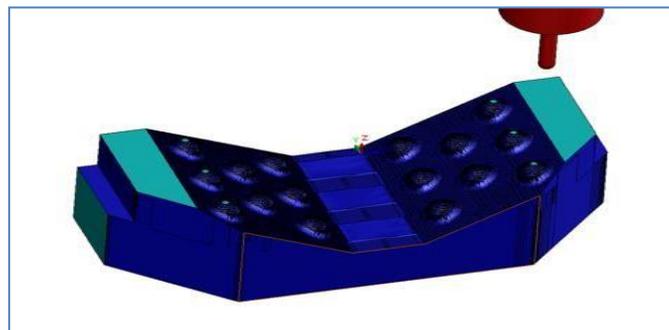
N65 G3 X-58.989 Y-32.71

N66 G1 X-61.11 Y-30.588

N67 X-65.24 Y-26.458 F2808.



*Figure IV. 4 : Cycle intermédiaire (demi-finition)*



*Figure IV. 5 : Dernier cycle ( finition)*

N68 G3 X-66.438 Y-26.287 I=AC (-65.954) J=AC (-27.172)

N69 G1 X-66.752 Y-26.458

N70 X-58.423 Y-34.222 F16500.

N71 X-58.251 Y-33.908 F2808.

N72 G3 X-58.423 Y-32.71 I=AC (-59.136) J=AC (-33.423) F200.

N73 G1 X-60.544 Y-30.589

N74 X-65.24 Y-25.893 F2808.

N75 G3 X-66.438 Y-25.721 I=AC (-65.954) J=AC (-26.606)

N76 G1 X-66.752 Y-25.893

N77 X-57.857 Y-34.222 F16500.

N78 X-57.685 Y-33.908 F2808.

## Conclusion

Le processus de fabrication des pièces usinées est un processus complexe constitué d'activités numériques et physiques. La commande numérique est au cœur de ce processus, elle fait le lien entre la chaîne numérique allant de la définition de la pièce à fabriquer jusqu'à la création des trajectoires d'usinage et en terminant avec le produit physique aboutissant à l'usinage cet avantage donc de la MCN est son efficacité pour simplifier les tâches, minimiser le temps d'usinage, car le temps est très important (le temps c'est l'argent à la fabrication) et donner un superbe état de surface

La machine-outil DMG DMU 95 monobloc est un outil de production puissant et précis, idéal pour l'usinage de pièces complexes comme les plaquettes de dévissage. Le langage de programmation CNC, utilisant des codes G et des codes M, permet de contrôler les mouvements de la machine-outil de manière précise et flexible. La compréhension du fonctionnement de la machine et du programme CNC est essentielle pour garantir la qualité et l'efficacité du processus d'usinage.

# Conclusion générale

Ce mémoire a exploré la conception et l'optimisation d'un système de dévissage des tiges de forage, un outil crucial dans l'industrie du forage pétrolier et gazier, ainsi que dans les secteurs de la géotechnique et de l'exploitation minière. L'étude a mis en lumière les aspects critiques de la conception et de la simulation, en utilisant le logiciel SolidWorks Simulation pour valider la nouvelle conception de la plaquette de dévissage.

Le mémoire a abordé quatre aspects clés :

- **Généralités sur les étaux de dévissage** : Le premier chapitre a présenté une description complète des étaux de dévissage, en soulignant leur importance dans le processus de forage. Il a ensuite détaillé les différents types d'étaux (classiques, rotatifs, de précision, hydrauliques), leurs avantages et leurs inconvénients, ainsi que les systèmes de dévissage manuels et automatisés. Enfin, il a mis en avant les risques liés à l'utilisation des étaux et les accessoires disponibles.
- **Étude et conception du système de dévissage** : Le deuxième chapitre a présenté la structure des tiges de forage, leurs caractéristiques géométriques et mécaniques, ainsi que les dimensions, les matériaux et les forces appliquées sur les différents éléments du système. Il a décrit l'utilisation de SolidWorks pour la conception du système de dévissage, y compris la modélisation 3D et la sélection des matériaux.
- **Simulation numérique du système de dévissage** : Le troisième chapitre a présenté le logiciel SolidWorks Simulation comme un outil puissant pour l'analyse et la simulation des systèmes mécaniques. Il a décrit les fonctionnalités du logiciel, les étapes de la simulation et les paramètres clés à prendre en compte. La simulation du nouveau système de dévissage a permis d'analyser les contraintes, les déformations et les coefficients de sécurité, démontrant ainsi sa capacité à supporter les charges et les conditions d'utilisation réelles sans défaillance.
- **Fabrication des plaquettes sous DMU 95 monobloc** : Le quatrième chapitre a présenté la machine-outil DMG DMU 95 monobloc utilisée pour usiner les plaquettes, ainsi que le langage de programmation CNC (Code G) qui guide le processus d'usinage. Il a mis en évidence les fonctionnalités avancées de la machine et la complexité du langage de programmation CNC.

En conclusion, ce mémoire a mis en évidence l'importance de la conception et de la simulation dans l'ingénierie des systèmes mécaniques, en particulier pour les équipements utilisés dans des environnements exigeants. L'utilisation de SolidWorks Simulation a permis de valider la nouvelle conception de l'étau de dévissage, de garantir sa fiabilité et d'optimiser le processus de maintenance.

## Conclusion générale

---

L'entreprise SFT (Service Forage et Tournage), partenaire de cette étude, a démontré son engagement envers l'innovation et l'amélioration de ses processus de fabrication. Leur collaboration a été essentielle pour la réalisation de ce projet, et leur expertise a permis d'enrichir les analyses et les conclusions du mémoire.

Notre stage au sein de SFT a été une expérience enrichissante qui nous a permis de mettre en pratique et de renforcer nos connaissances acquises tout au long de notre formation, tout en nous familiarisant avec la conduite des projets d'étude et en explorant le milieu professionnel.

Les résultats obtenus démontrent l'efficacité du logiciel SolidWorks Simulation pour l'analyse des contraintes et la validation des conceptions. Sa capacité à simuler des conditions de charge variées et à identifier les points critiques permet de prendre des mesures préventives et d'optimiser la performance des systèmes mécaniques.

Afin de poursuivre l'étude et d'améliorer encore la conception du système de dévissage, plusieurs perspectives s'ouvrent :

- **Analyse dynamique** : Une analyse dynamique du système, tenant compte des vibrations et des charges variables, permettrait d'obtenir une compréhension plus complète du comportement du système sous conditions de fonctionnement réelles.
- **Optimisation de la conception** : Le modèle du système pourrait être optimisé en termes de dimensionnement et de choix des matériaux. Une analyse de sensibilité pourrait être réalisée pour identifier les paramètres ayant le plus grand impact sur la performance du système.
- **Intégration du nouveau système** : La nouvelle conception de l'étau de dévissage pourrait être intégrée à une simulation plus globale du processus de forage, permettant d'évaluer son impact sur le rendement global des opérations.
- **Prototype et test** : La fabrication d'un prototype du système modifié permettrait de valider expérimentalement les résultats de la simulation numérique et d'identifier d'éventuelles adaptations nécessaires.

Ces perspectives ouvrent des voies de développement intéressantes, permettant d'améliorer la performance, la fiabilité et la durabilité des systèmes de dévissage des tiges de forage dans l'industrie du forage.

# Références Bibliographiques

- [1] SENSAIER TOOLS. "Différents Types d'Étaux de Dévissage, Définition des Étaux de Dévissage". [En ligne]. Juillet 2022. <https://fr.sinceretools.net/info/structure-of-different-types-of-vices-74045024.html>
- [2] Michel. "Choix d'un étau de dévissage". [En ligne]. Manomano. <https://www.manomano.fr/conseil/comment-choisir-son-etau-4379>
- [3] Sgolastra. "Application pratique des étaux de dévissage, système de nos jours". [En ligne]. 2022. <https://www.sgolastra.eu/fr/accessoires-de-forage/etaux-de-devissage-de-tiges/>
- [4] Sgolastra. "Fonctionnement des étaux de dévissage des tiges de forage". [PDF]. 2022. [https://www.sgolastra.eu/wp-content/uploads/2022/10/sgolastra\\_scheda\\_kit-sollevamento.pdf](https://www.sgolastra.eu/wp-content/uploads/2022/10/sgolastra_scheda_kit-sollevamento.pdf)
- [5] dmb machine chanel. "Système de dévissage des tige de forage". [En ligne]. Décembre 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=A4Rz0Q5pKBg>
- [6] Audet, Simone. "L'ajout d'une tiges de forage". [En ligne]. Slide Player. 2016. <https://slideplayer.fr/slide/9128583/>
- [7] mcours.net. "Définition de la structure de tige de forage". [PDF]. 2014. <https://www.mcours.net/cours/pdf/hassbg/hassbgli949.pdf>
- [8] Dassault Systèmes. "Guide de l'étudiant du logiciel SolidWorks®". Série : Conception mécanique et Technologie. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, une société de Dassault Systèmes S.A., 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA. 1995-2010. [https://www.solidworks.com/sw/docs/Student\\_WB\\_2011\\_FRA.pdf](https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_WB_2011_FRA.pdf)
- [9] Fenniche, Abderrazak. Etude et Réalisation d'une Connexion RS 232 de la Fraiseuse EMCO F1 CNC et Le Tour EMCO Compact 5 CNC avec le PC. Mémoire de master maintenance industriel. Ouargla : Université Kasdi Merbah, 2013. 60p.
- [10] Claud, Marty, Claud, Cassagnes, et Philippe, Marin. La pratique de la commande numérique des machines-outils. Lyon : 1993. Chapitre 6, organisation d'un programme de commande numérique en langage machine, p33-57. ISBN 2-85206-915-6.
- [11] G, DANIEL. MOCN - docélev.doc 10. 7 – Mise en place des paramètres en Tournage.