REPUBIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEDA**




**F**aculté de **T**echnologie
**D**épartement du **G**énie **M**écanique

# Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Construction Mécanique

# Thème :

## Création des documentations techniques de l'éolienne pour pompage d'eau Par SolidWorks

**Présentés par :**
DJIAR MOHAMED

**Devant le jury composé de :**

| | | |
|---|---|---|
| | Université de Médéa | Président |
| | Université de Médéa | Examinateur |
| | Université de Médéa | Examinateur |
| Pr. ABDELLAH ELHADJ ABDELLAH | Université de Médéa | Promoteur |
| Dr. HABIRECHE MOHAMED | Université de Médéa | Co promoteur |

**2024/2025**

# REMERCIEMENTS

Tout d'abords, je remercie **ALLAH** tout puissant de m'avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail.

Je tiens aussi à remercier vivement mes promoteurs **Pr. ABDELLAH EL-HADJ ABDELLAH** et **Dr. HABIRECHE MOHAMED** pour leur encadrement.

Je tiens à remercier tous les employés de l'entreprise POVAL en particulier les ingénieurs **IRES ABDELKADER** et **MESSOUDI RABEH** pour tous leurs conseils et leur présence.

Mes remerciements s'adressent également à Messieurs les jurys pour avoir accepté d'évaluer ce travail, avec l'espoir d'être à la hauteur de leur attente. Je remercie également tous les enseignants qui ont contribué à assurer ma formation durant tout le cycle universitaire.

Enfin, je souhaite exprimer toute ma gratitude à l'ensemble des personnes, qui bien en marge de ce travail, contribué largement à son aboutissement. Que ce soit depuis toujours, depuis plusieurs années ou quelques mois seulement, nombreux sont celles et ceux qui ont participé à mon épanouissement. je les remercie sincèrement.

# DÉDICACE

**Je dédie ce modeste travail à**

À l'esprit de mon père, ma chère maman.

À ma très jolie famille, ma femme, mes enfants (**FATEH BARAE, ANES ET ABDEL MOUMENE**) dont la présence donne un sens profond à ma vie.

À tous mes amis de section constriction mécanique : Moussaoui R, Lachibi F, Chair R, Berraf A, Bouzara Y, Mansour S, Kerbouci R, Benkhlifa R, Berrkia Y, Tchikou S, pour les moments partagés et les éfforts consentis tout au long de notre parcours acadimique.

À mes collegues de travail pour leurs soutient et patience durants le parcours académique et je précise Kaidi. M, Boulaarasse. B, Aid Ali, Nouari. H.

**Mohamed. DJ**

# Résumé

Résumé

Ce mémoire porte sur la création d'un dossier technique complet d'une éolienne Aermotor destinée au pompage d'eau. Il s'inscrit dans un contexte de développement durable et de recours aux énergies renouvelables dans les zones rurales. Le travail débute par une étude du fonctionnement de l'éolienne et de ses composants mécaniques, suivie d'un relevé de données techniques sur le terrain.

Une modélisation 3D des pièces et assemblages est ensuite réalisée à l'aide de SolidWorks, avec élaboration de vues éclatées, de nomenclatures et de plans techniques. L'outil SolidWorks Composer a été utilisé pour générer une documentation claire et interactive. Une étude de cas a permis de valider l'approche adoptée. Ce mémoire met en évidence l'utilité de la CAO dans la documentation, la reproduction et la valorisation des systèmes mécaniques anciens.
**Mot clé :** SolidWorks, SolidWorks composer, Eolienne, documentation technique

Abstract

This thesis focuses on the creation of a complete technical documentation for an Aermotor windmill used for water pumping. It is part of a sustainable development approach that promotes the use of renewable energies in rural areas. The work begins with a study of the windmill's operating principle and mechanical components, followed by technical data collection in the field.

A 3D modeling of parts and assemblies was carried out using SolidWorks, including exploded views, part lists, and technical drawings. SolidWorks Composer was used to generate clear and interactive documentation. A case study helped validate the chosen approach. This thesis highlights the usefulness of CAD in documenting, reproducing, and enhancing traditional mechanical systems.

**Keywords:** SolidWorks, SolidWorks composer, Windmill, technical documentation

**الملخص**

يتناول هذا البحث إعداد ملف تقني كامل لطاحونة هوائية من نوع( ايرموتور) تُستخدم في ضخ المياه .ويأتي هذا العمل ضمن التوجه نحو التنمية المستدامة واستخدام الطاقات المتجددة في المناطق الريفية .يبدأ البحث بدراسة مبدأ عمل الطاحونة الهوائية ومكوناتها الميكانيكية، متبوعًا بعملية جمع البيانات الفنية من الميدان.

تم إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للأجزاء والتجميعات باستخدام برنامج سوليدووركس، مع إعداد رسومات انفجارية وقوائم مكونات ومخططات تقنية .كما تم استخدام سوليدووركس كومبوزر لإنشاء وثائق تفاعلية وواضحة .ساعدت دراسة حالة على التحقق من فعالية المنهج المتبع .يبرز هذا البحث أهمية استخدام التصميم بالحاسوب في توثيق وإعادة إنتاج الأنظمة الميكانيكية التقليدية وتطويرها.

**كلمات مفتاحية :** سوليدووركس ,ملف تقني ,طاحونة هوائية ,سوليدووركس كومبوزر

## Sommaire

Introduction générale ..... 11
Chapitre I : historique de l'éolienne ..... 2
I.2. Historique ..... 3
I.3. L'énergie Eoliennes en Algérie : ..... 4
I.4.Potentiel éolienne en Algérie : ..... 4
I.5. Définition de l'éolienne : ..... 5
I.6. Les différents types d'éoliennes ..... 5
I.6.1. Selon l'orientation de l'axe de rotation ..... 5
I.6.1.1. Éoliennes à axe horizontal (EAH) ..... 5
I.6.1.2. Éoliennes à axe vertical (EAV) ..... 6
I.6.2. Selon leur emplacement : ..... 7
I.6.2.1. Éoliennes terrestres (onshore) ..... 7
I.6.2.2. Éoliennes maritimes (offshore) ..... 7
I.6.3. Selon leur taille et usage ..... 7
I.6.3.1. Éoliennes domestiques ..... 7
I.6.3.2. Éoliennes industrielles ..... 7
I.7. Eoliennes de pompage à eau ..... 8
I.7.1. Types de pompes à eau éoliennes ..... 8
I.7.1.1. Les pompe à Piston : ..... 8
I.7.1.2. Les pompes centrifuges : ..... 8
I.8. Les besoins des éoliennes dans la vie ..... 9
I.8.1. Besoins énergétiques croissants ..... 9
I.8. 2. Réduction de l'impact environnemental ..... 9
I.8. 3. Indépendance énergétique ..... 9
I.8. 4. Création d'emplois et développement local ..... 9
I.8. 5. Diversification du mix énergétique ..... 9
I.9. Facteurs importants de la pompe à eau du moulin à vent. [11] ..... 10
I.10. Avantage et inconvénient d'une pompe éolienne : ..... 10
I.10.1. Avantage : ..... 10
I.10.2. Inconvénients : ..... 11
I.11. Conclusion : ..... 11
Chapitre II : présentation technique de l'éolienne ..... 12

II.1. Introduction : ..... 13
II.2. Principe de fonctionnement de l'éolienne Aermotor ..... 13
II.2.1. Capture de l'énergie du vent : ..... 13
II.2.2. Transmission du mouvement : ..... 13
II.2.3. Actionnement de la pompe : ..... 13
II.2.4. Régulation et sécurité : ..... 14
II.2.5. Résumé du fonctionnement : ..... 14
II.3. Architecture générale de l'éolienne Aermotor ..... 14
II.3.1. Vue d'ensemble ..... 14
II.3.2. Le rotor ..... 15
II.3.3. Le système d'orientation ..... 15
II.3.4. Le réducteur (ou tête de transmission) ..... 15
II.3.5. Le pylône : ..... 16
II.3.6. La tige de pompage : ..... 16
II.3.7. La pompe à piston ..... 17
Figure II.6: la pompe à piston ..... 17
II.3.8. Les dispositifs de régulation ..... 17
II.3.9. Résumé de l'architecture ..... 17
II.4. Description des composants de l'éolienne : ..... 18
II.4.1. LE rotor ..... 18
II.4.2. Rôle du rotor ..... 18
II.4.3. Caractéristiques techniques typiques ..... 18
II.4.4. Constitution du rotor ..... 19
II.4.4.1. LE MOYEU : ..... 19
II.4.4.2. Pales métalliques : ..... 19
II.4.4.3. La tige de renforcement : ..... 20
II.4.4.4. Axe de rotation : ..... 21
II.4.5. Le système d'orientation : ..... 22
II.4.5.1 Rôle : ..... 22
II.4.5.2 Constituants de système d'orientation : ..... 23
II.4.6. Le système de freinage de l'éolienne Aermotor ..... 25
II.4.6.1. Définition ..... 25
II.4.6.2. Composants principaux ..... 26

II.5. Conclusion ..... 27
Chapitre III : Méthodologie de création d'un dossier technique…….…… 28
III.1 Introduction ..... 29
III.2 Démarche générale de création du dossier technique ..... 29
III.2.1. Relevé des données et mesures ..... 29
III.2.1.1. Objectif du relevé ..... 29
III.2.1.2. Méthodologie de relevé ..... 29
III.2.1.3. Exemple de fiche de relevé simplifiée ..... 29
III.2.1.4. Remarques sur les tolérances et imprécisions ..... 29
III.2.2. Modélisation 3D des pièces élémentaires ..... 30
III.2.2.1. Objectifs de la modélisation ..... 30
III.2.2.2. Méthodologie adoptée ..... 30
III.2.2.3. Exemples de pièces modélisées ..... 30
III.2.2.4. Résultat de la modélisation ..... 30
III.2.3. Assemblage de l'éolienne ..... 31
III.2.3.1. Objectifs de l'assemblage ..... 31
III.2.3.2. Méthodologie d'assemblage sous SolidWorks ..... 31
III.2.3.3. Résultat de l'assemblage ..... 31
III.2.4 Mise en plan et documentation technique ..... 32
III.2.4.1. Objectifs de la mise en plan ..... 32
III.2.4.2. Méthodologie de mise en plan ..... 32
III.2.4.3. Types de documents générés ..... 32
III.2.4.4. Résultat de la mise en plan ..... 32
III.2.5 Utilisation de SolidWorks Composer ..... 32
III.2.5.1. Objectifs de l'utilisation de SolidWorks Composer ..... 33
III.2.5.2. Méthodologie de travail avec Composer ..... 33
III.2.5.3. Apports spécifiques au dossier technique ..... 33
III.2.6. Vérifications et validations ..... 33
III.2.6.1. Objectifs de la vérification ..... 33
III.2.6.2. Méthodes et outils utilisés ..... 34
III.2.6.3. Validation finale du dossier technique ..... 34
III.3 Étude de cas : Application à l'éolienne Aermotor ..... 34
III.3.1. Choix de l'objet d'étude ..... 34

III.3.2. Étapes de modélisation et de documentation ..... 35
III.3.3. Résultats obtenus ..... 35
III.4. Conclusion : ..... 35
Chapitre IV : Modélisation 3D et assemblage sous solidworks
…… 36
IV.1. Introduction : ..... 37
IV.2. SolidWorks: Conception mécanique 3D ..... 37
IV.3. Modélisations des pièces élémentaires : ..... 38
IV.3.1. Les éléments de réducteur en 3D : ..... 38
IV.3.1.1. Le corp du réducteur : ..... 38
Rôle du corps de réducteur : ..... 38
IV.3.1.2. LE MOYEU : ..... 39
IV.3.1.3. L'arbre principale : ..... 40
IV.3.1.4. Le pignon : ..... 41
IV.3.1.5. La bague d'arbre : ..... 42
IV.3.1.6. Roue denté : ..... 43
IV.3.1.7. Le palier lisse de la roue dentée : ..... 44
IV.3.1.8. La bielle : ..... 44
IV.3.1.9. Poulie coulissante : ..... 45
IV.3.1.10. Le palliée lisse : ..... 45
IV.3.2. Les éléments du pylône : ..... 46
IV.3.2.1. le toure : ..... 46
IV.3.2.2. Le mat : ..... 46
IV.3.2.3. La table : ..... 47
IV.3.2.4. L'escalier : ..... 47
IV.3.3. Les composants de la pompe à piston : ..... 48
IV.3.4. Les pièces de système d'orientation : ..... 48
IV.3.4.1. Le gouvernail : ..... 48
IV.3.4.2. L'axe du gouvernail : ..... 49
IV.3.4.3. Les bras d'articulation du gouvernail : ..... 49
IV.3.4.4. Le ressort : ..... 50
IV.3.5. Les composants de système de freinage : ..... 50
IV.3.5.1. Les corps de freinage : ..... 50
IV.3.5.2. Le bride de fixation du cable frein : ..... 51

IV.4. L'assemblage des éléments de l'éolienne : ..... 51
IV.4.1. Le réducteur :..... 51
IV.4.2. Le rotor : ..... 52
IV.4.3. L'assemblage du système de rotation : ..... 52
IV.4.4. Le système de freinage : ..... 53
IV.4.5. Assemblage de la partie charpente : ..... 53
IV.5. Conclusion : ..... 54
Chapitre V : création d'un dossier technique…… 61
V.1 Introduction ..... 56
V.2. Définition du dossier technique :..... 56
V.2.1. Contenu typique d'un dossier technique : ..... 56
V.2.2. Utilité d'un dossier technique..... 56
V.3 SolidWorks Composer : ..... 57
V.4. Nomenclature (BOM) : ..... 58
V.4.1 : Nomenclature de l'éolienne complet..... 58
V.4.2. Nomenclature des sous ensemble : ..... 59
V.4.2.1. Le réducteur ..... 59
V.4.2.2. Le rotor..... 60
V.4.2.3. Le gouvernail : ..... 61
V.4.2.4. Le système de freinage :..... 62
V.4.2.5. la pompe à piston :……78
V.4.2.6. La tour (pylône) ..... 63
V.5. Création des vues éclatées :..... 65
V.5.1. Vue éclatée de l'éolienne : ..... 65
V.5.2. Vue éclatée du réducteur : ..... 66
V.5.3. Vue éclatée de La partie d'engrenage motrice : ..... 66
V.5.4. Vue éclatée de La partie menée d'engrenage :..... 67
V.5.5. Vue éclatée du rotor :..... 67
V.5.6. Vue éclatée du gouvernail : ..... 68
V.5.7. Vue éclatée du pylône :..... 69
V.5.8. Vue éclatée du système de freinage :..... 70

V.5.9. Vue éclatée de la pompe à piston ..... 71
V.6. Conclusion :..... 71
Conclusion générale : ..... 73
Bibliographie :..... 75

# Liste des figures

Figure I. 1 : L'évolution des éoliennes. ..... 5
Figure I. 2 : Carte des vents de l'Algérie à 10 m d'altitude (m/s). ..... 6
Figure I. 4 : Eolienne à axe horizontal ..... 8
Figure I. 3 : Différents types des éoliennes à axe vertical ..... 8
Figure I. 5 : pompe éolienne à Piston ..... 10
Figure I. 6 : pompe éolienne centrifuge ..... 10
Figure II.1: éolienne horizontale ..... 16
Figure II.2: le rotor ..... 17
Figure II.3: le système d'orientation ..... 17
Figure II.4: LE Réducteur ..... 18
Figure II.5: le pylône ..... 18
Figure II.6: la pompe à piston ..... 19
Figure II.7. LE rotor ..... 20
Figure II.8 : le moyeu de l'eolienne ..... 21
Figure II.9. Pale du rotor ..... 22
Figure II.10: la tige de renforcement ..... 22
Figure II.11: l'arbre de l'eolienne ..... 23
Figure II.12: le système d'orientation ..... 24
Figure II.13: Le gouvernail ..... 25
Figure II.14. le ressort ..... 26
Figure II.15. Système de freinage ..... 28
Figure II.16. la bande de frein ..... 29
Figure II.17. Le corp d'action sur la bande de frein ..... 29
Figure IV.1: le corp du réducteur ..... 40
Figure IV.2: Le moyeu ..... 44
Figure IV.3 : l'arbre de l'éolienne ..... 46
Figure IV.4 : le pignon ..... 48
Figure IV.5: la bague d'arbre ..... 50
Figure IV.6: la roue d'entée ..... 51
Figure IV.7 : le plier lisse de la roue dentée ..... 53
Figure IV.8 : la bielle ..... 53
Figure IV.9 : poulie coulissante ..... 54
Figure IV.10 : le palier lisse ..... 55

Figure IV.11 : Le toure ..... 55
Figure IV.12 : le mat ..... 56
Figure IV.13 : la table ..... 56
Figure IV.14 : l'éscalier ..... 57
Figure IV.15 : Les composants de la pompe à piston ..... 57
Figure IV.16 : le gouvernail ..... 58
Figure IV.17 : l'axe du gouvernail ..... 58
Figure IV.18 : bras d'articulation du gouvernail ..... 59
Figure IV.19 : le ressort de rappel ..... 60
Figure IV.20 : les deux corps de freinage ..... 60
Figure IV.21 : le bride de frein ..... 61
Figure IV.22 : assemblage réducteur ..... 62
Figure IV.23 : assemblage rotor ..... 63
Figure IV.24 : système d'orientation ..... 63
Figure IV.25 : assemblage système de frein ..... 64
Figure IV. 26 : assemblage de la partie charpente ..... 64
Figure V.1 : nomenclature de l'éolienne complet ..... 68
Figure V.2: Réducteur ..... 69
Figure V.3: rotor ..... 70
Figure V.4: le gouvernail ..... 70
Figure V.5: le système de freinage ..... 71
Figure V.6: la tour ..... 71
Figure V.7: vue éclatée de l'éolienne ..... 73
Figure V.8: vue éclatée du réducteur ..... 75
Figure V.9: vue éclatée d'engrenage motrice ..... 75
V.5.4. Vue éclatée de La partie menée d'engrenage : ..... 75
Figure V.10: vue éclatée d'engrenage menée ..... 75
Figure V.11: Vue éclatée du rotor ..... 76
Figure V.11: Vue éclatée d'une partie du rotor ..... 76
Figure V.12: Vue éclatée du gouvernail ..... 78
Figure V.13: Vue éclatée du pylône ..... 78
Figure V.13: Vue éclatée du système de freinage ..... 79
Figure V.14: Vue éclatée de la pompe à piston ..... 80

# Liste des tableaux

Tableau II.1:l'architecture de l'éolienne ..... 17
Tableau II.2: Caractéristique technique du ressort ..... 25
Tableau III.3 : fiche de relevé des données des pièces ..... 29
Tableau V.1: les éléments du réducteur ..... 65
Tableau V.2 : les éléments du rotor ..... 66
Tableau V.3 : les éléments du gouvernail ..... 67
Tableau V.4 : les éléments du système de freinage ..... 68
Tableau V.5 : les éléments du système de la pompe à piston ..... 69

# Introduction générale

L’accès à l’eau potable et à l’irrigation demeure un défi majeur dans de nombreuses régions rurales et isolées du monde. Face à cette problématique, les systèmes de pompage utilisant l’énergie éolienne représentent une solution durable, économique et respectueuse de l’environnement. Parmi ces systèmes, l’éolienne Aermotor se distingue par sa robustesse, sa simplicité de conception et sa longue histoire d’utilisation, notamment dans les zones agricoles.

L’objectif de ce mémoire est de concevoir une documentation technique complète d’une éolienne Aermotor destinée au pompage d’eau, en s’appuyant sur les outils modernes de conception assistée par ordinateur (CAO). Cette démarche vise à préserver un savoir-faire technique traditionnel tout en le valorisant grâce aux technologies numériques contemporaines.

Pour ce faire, le travail s’articule autour de plusieurs axes : la compréhension technique du fonctionnement de l’éolienne, la modélisation 3D de ses composants et assemblages à l’aide de SolidWorks, et enfin, la génération d’une documentation technique claire, précise et structurée via SolidWorks Composer. Cette documentation vise à faciliter la reproduction, l’entretien et la diffusion du modèle étudié.

Ce projet s’inscrit donc à la croisée de l’ingénierie mécanique, de la documentation industrielle et du développement durable. Il ambitionne non seulement de produire un livrable technique de qualité, mais aussi de sensibiliser à l’importance de la préservation et de la transmission des technologies adaptées aux besoins locaux.

# Chapitre I : Historique de l'éolienne

## I.1. Introduction

Depuis plusieurs années, la protection de l'environnement a suscité beaucoup d'intérêt et conséquemment, plusieurs technologies se sont développées. C'est le cas de l'énergie éolienne.

On utilisait cette source énergie pour pomper de l'eau ou pour moudre le blé afin d'en faire de la farine. De nos jours, cette source d'énergie sert encore à pomper l'eau mais elle est principalement utilisée pour produire de l'électricité, et ce sans aucun effet néfaste sur l'environnement. La hausse des coûts d'exploitation des centrales nucléaires et des carburants fossiles ont aussi permis à l'énergie éolienne de devenir beaucoup plus compétitive.

## I.2. Historique

Depuis l'Antiquité, des moulins à vent convertissent l'énergie éolienne en énergie mécanique et électrique Les premières utilisations du vent comme source d'énergie sont la navigation à voile, datant du XIe millénaire avant Jésus-Christ.

Les moulins à vent, ancêtres des éoliennes modernes, apparaissent au Moyen-Orient vers l'an 600, puis en Égypte, et arrivent en Europe un peu avant l'an 1000. Ils se généralisent au XIIe siècle. Dans la fin du XIXe siècle Les premières éoliennes modernes apparaissent à la fin du XIXe siècle. En 1888, Charles F. Bush construit une éolienne pour alimenter sa maison en électricité, fonctionnant avec des pales à axe vertical et des accumulateurs pour stocker l'énergie. On 1957 Johannes Juul crée une turbine nommée Gedser, qui sert de modèle aux éoliennes modernes. **[1]**

L'utilisation des pompes à eau éoliennes a commencé au XIIIe siècle, notamment aux Pays-Bas pour l'assèchement des marécages et le pompage de l'eau de mer. Dans début du XXe siècle La pompe éolienne agricole dite américaine est devenue prédominante. Elle était composée d'une éolienne à la verticale d'une pompe à piston et était très utilisée dans les ranches australiens et argentins en raison de sa robustesse et de sa durée de vie d'environ 20 ans. **[2]**

Cette évolution montre comment les systèmes éoliens sont passés de simples moulins à vent à des sources d'énergie renouvelable sophistiquées et cruciales pour notre avenir énergétique.



**Figure I. 1 :** L'évolution des éoliennes. **[3]**

## I.3. L’énergie Eoliennes en Algérie :

L’énergie éolienne est définie comme l’énergie cinétique contenue dans les mouvements des masses d’air, c’est-à-dire les vents, qui circulent autour de notre planète. C’est une forme d’énergie renouvelable qui est de plus en plus exploitée pour produire de l’électricité verte à grande échelle.

Les éoliennes, sont les dispositifs utilisés pour convertir l’énergie éolienne en énergie mécanique, grâce à la rotation des pales induite par le vent. Cette énergie mécanique est ensuite transformée en énergie électrique par un générateur électrique.

En résumé, l’énergie éolienne est l’utilisation de la force du vent pour générer de l’électricité ou d’autres formes d’énergie mécanique, contribuant ainsi à une production d’énergie plus propre et durable. **[4]**

## I.4.Potentiel éolienne en Algérie :

L'énergie éolienne en Algérie diffère considérablement d'un endroit à l'autre. Cela s'explique en grande partie par une topographie et un climat très varié. Effectivement, notre immense pays est divisé en deux grandes régions géographiques : Les pays du Nord méditerranéen. Il se distingue par une côte de 1200 km et un paysage montagneux, avec les deux chaînes de l'Atlas tellien et de l'Atlas saharien. Des plaines et des hauts plateaux de climat continental s'intercalent entre elles. Le Sud, de son côté, présente un climat saharien. Plusieurs chercheurs ont établi des cartes de vents qui indiquent que le Sud présente des vitesses plus élevées que le Nord, notamment dans le Sud-Est.

Concernant le Nord, on remarque globalement que la vitesse moyenne est peu élevée. On note cependant, l’existence de microclimats sur les sites côtiers d’Oran, Bejaïa et Annaba, sur les hauts plateaux de Tébessa, Biskra, M’silla et El-Bayad (6 à 7 m/s), Selon le premier atlas vent de l’Algérie établi en 1990, les vitesses les plus élevées sont de l’ordre de 6 m/s et sont localisées dans la région d’Adrar. Ces résultats faits sur 10 ans de mesures, sont la base des cartes éoliennes établies par les chercheurs du CDER (**Figure 2). [4]**

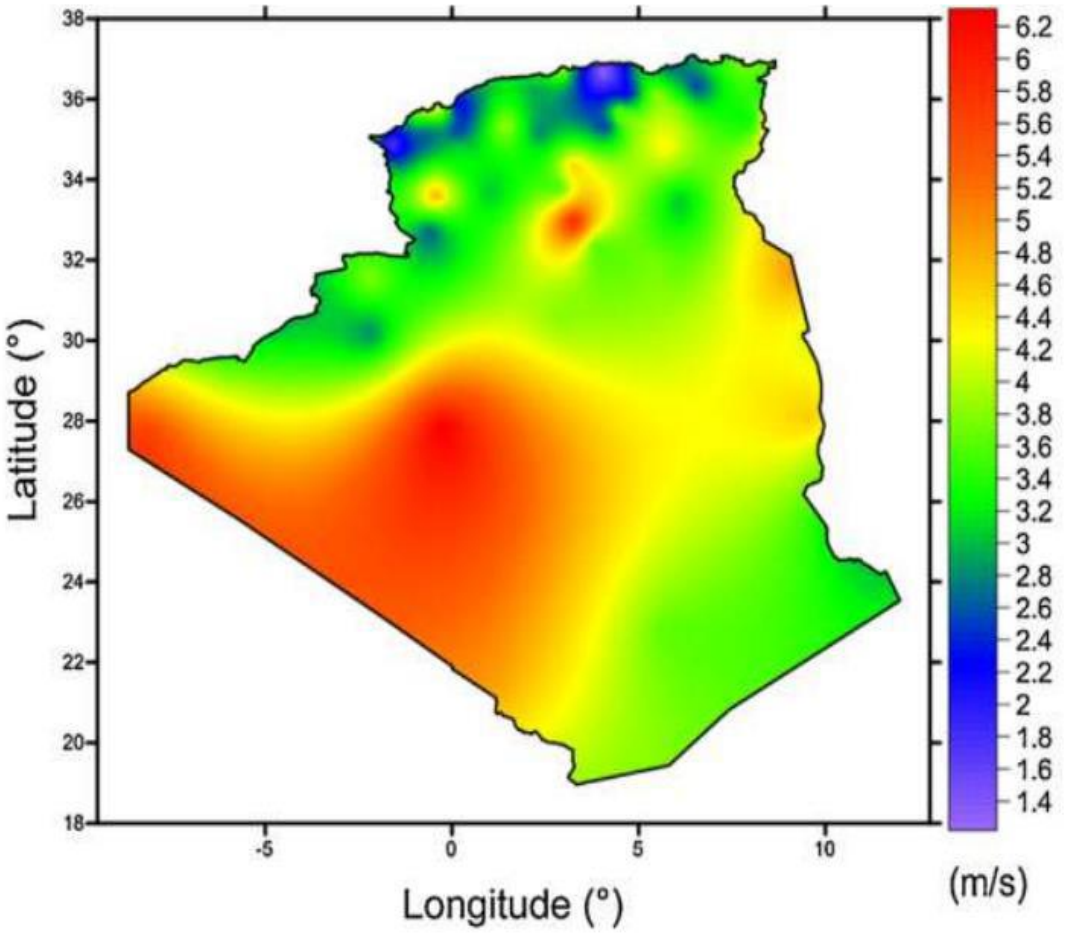



**Figure I. 2 :** Carte des vents de l'Algérie à 10 m d'altitude (m/s). **[4]**

## I.5. Définition de l'éolienne :

Une éolienne est une machine qui transforme l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, elle-même convertie en énergie électrique dans le cas des éoliennes productrices d'électricité. Elle est composée de pales fixées à un rotor, qui tourne sous l'effet du vent.

Les éoliennes font partie des énergies renouvelables, car elles utilisent une ressource naturelle inépuisable : le vent.

## I.6. Les différents types d'éoliennes

### I.6.1. Selon l'orientation de l'axe de rotation

#### I.6.1.1. Éoliennes à axe horizontal (EAH)

- **Description :**

Les éoliennes à axe horizontal ont une efficacité prouvée, elles sont globalement plus performantes que ceux à axe vertical, du moins pour les vents laminaires de grandes vitesses. Cependant, elles fonctionnent mal dans des vents instables ou de directions incertaines. Elles sont généralement plus bruyantes que les éoliennes à axe vertical. Enfin leurs pales peuvent se

briser, elles posent donc un problème sécuritaire plus important que les éoliennes à axe vertical. **[5]**

**- Avantages :**

- Meilleur rendement,
- Utilisées dans les grands parcs éoliens.

- Exemple : Éolienne tripale de grande hauteur.



**Figure I. 4 :** Eolienne à axe horizontal. **[6]**

## I.6.1.2. Éoliennes à axe vertical (EAV)

**- Description :**

Une éolienne verticale permet généralement de produire de plus petites quantités d'énergie qu'une éolienne horizontale mais offre l'avantage d'un faible encombrement et d'un fonctionnement quasiment silencieux, ce qui permet notamment une installation en milieu urbain. Les éoliennes verticales, ou VAWT pour Vertical Axis Wind Turbine, sont classées en trois grands types, à savoir. **[7]** :

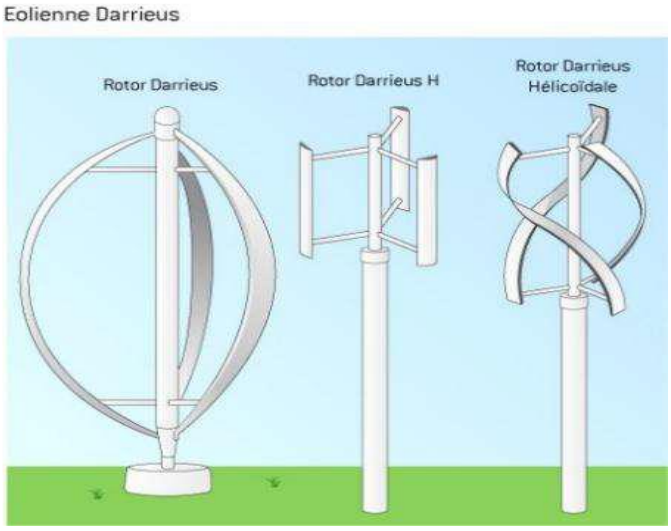



**Figure I. 3 :** Différents types des éoliennes à axe vertical. **[8]**

## Sous-types :

• Type Darrieus (pales courbées)
• Type Savonius (demi-cylindres opposés)

- **Avantages** :

- Fonctionnent peu importe la direction du vent.
- Adaptées aux zones urbaines.

## I.6.2. Selon leur emplacement :

### I.6.2.1. Éoliennes terrestres (onshore)

- Installées sur la terre ferme.
- Moins coûteuses à installer.
- Subissent des variations de vent dues au relief.

### I.6.2.2. Éoliennes maritimes (offshore)

- Installées en mer, généralement à plusieurs kilomètres des côtes.
- Bénéficient de vents plus forts et réguliers.
- Plus coûteuses et techniques à implanter.

## I.6.3. Selon leur taille et usage

### I.6.3.1. Éoliennes domestiques

- Petites tailles (moins de 20 kW).
- Utilisées pour alimenter une habitation ou une ferme.

### I.6.3.2. Éoliennes industrielles

- Grandes puissances (jusqu'à plusieurs MW).
- Intégrées dans des parcs pour produire de l'électricité à grande échelle.

# I.7. Eoliennes de pompage à eau

Les pompes à eau éoliennes sont des systèmes de pompage qui exploitent l'énergie éolienne pour extraire de l'eau de sources telles que des puits, des lacs ou des rivières. Elles sont composées d'une éolienne reliée à une pompe, souvent à piston, qui permet de remonter l'eau vers la surface pour son utilisation.

## I.7.1. Types de pompes à eau éoliennes

### I.7.1.1. Les pompe à Piston :

Elles fonctionnent à l'aide d'un piston qui se déplace de manière rectiligne dans un cylindre équipé de valves qui contrôlent le débit du liquide. Ces pompes peuvent être à un ou à deux effets. L'action de pompage n'est effectuée que sur une seule face du piston dans une pompe à simple effet, tout comme dans les pompes aspirantes manuelles traditionnelles. Le pompage se produit sur les deux faces du piston dans les pompes à double effet, à l'instar des pompes électriques ou des pompes à vapeur utilisées pour l'alimentation des chaudières. Ces pompes peuvent avoir une seule cellule ou plusieurs cellules. Les pompes multicellulaires volumétriques sont équipées de plusieurs cylindres en série. **[9]**

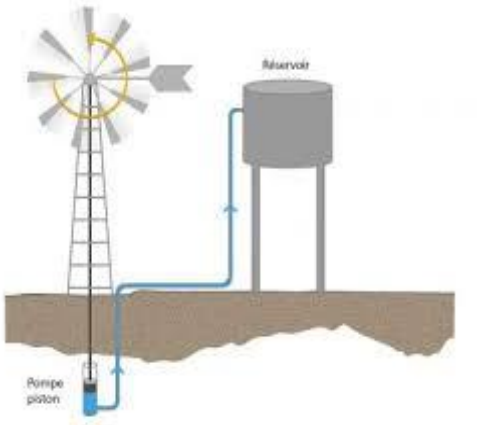



**Figure I. 5 :** pompe éolienne à Piston. **[10]**

### I.7.1.2. Les pompes centrifuges :

Elles sont équipées d'une turbine ou d'un rotor, plongée dans l'eau. Le liquide est introduit dans la pompe par un trou près de l'axe du rotor. Le liquide est aspiré sous haute pression par ce dernier vers les extrémités des aubes fixes. Le rotor fournit une vitesse assez élevée. Essentiel dans le liquide. La transformation de cette énergie cinétique en force de pression se produit dans la partie fixe de la pompe ou du diffuseur. Dans les pompes à haute pression, il est possible d'assembler plusieurs rotors en séries. Il est possible d'équiper les diffuseurs d'ailettes pour diminuer progressivement la vitesse du liquide. Dans les pompes à basse pression, le diffuseur est fréquemment un conduit en forme de spirale ou de volute qui permet de diminuer de manière efficace la vitesse. Il est nécessaire d'amorcer le rotor avant qu'il puisse fonctionner. Un clapet de retenue est installé dans le tuyau d'aspiration. Ce clapet maintient le liquide dans la pompe pendant l'arrêt du rotor. En cas d'absence de clapet, il est nécessaire d'amorcer la pompe en utilisant un apport externe de liquide par décharge à partir d'un réservoir. Le débit et la pression sont régulés par une valve placée dans le tuyau d'évacuation d'une pompe centrifuge. **[9]**

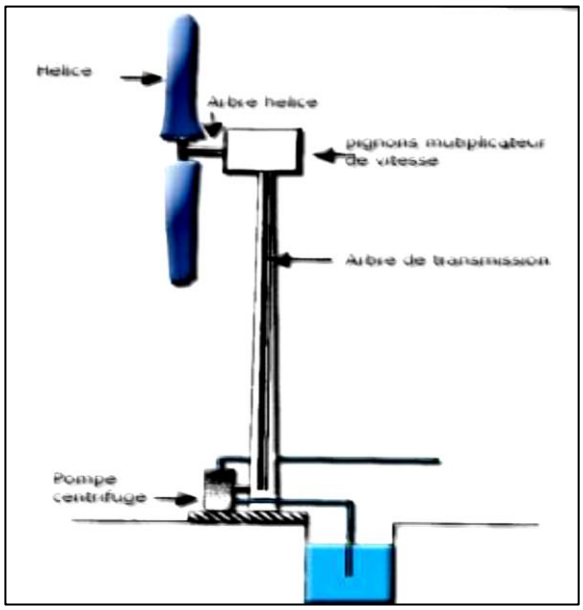



**Figure I. 6 :** pompe éolienne centrifuge. **[10]**

## I.8. Les besoins des éoliennes dans la vie

Dans un contexte mondial marqué par l'épuisement progressif des énergies fossiles, la hausse des émissions de gaz à effet de serre et la nécessité de préserver l'environnement, les éoliennes répondent à plusieurs besoins fondamentaux :

### I.8.1. Besoins énergétiques croissants

La demande mondiale en électricité ne cesse d'augmenter, notamment avec l'essor du numérique, de l'électrification des transports et de l'urbanisation. Les éoliennes permettent de produire une énergie abondante et renouvelable, sans dépendre des ressources fossiles.

### I.8. 2. Réduction de l'impact environnemental

Contrairement aux centrales à charbon, gaz ou fioul, les éoliennes ne dégagent pas de $CO_2$ lors de leur fonctionnement. Elles contribuent donc à limiter les émissions polluantes responsables du changement climatique et de la pollution de l'air.

### I.8. 3. Indépendance énergétique

L'énergie éolienne peut être exploitée localement, réduisant ainsi la dépendance aux importations de pétrole ou de gaz. Cela renforce la sécurité énergétique des pays, notamment ceux qui disposent de peu de ressources naturelles.

### I.8. 4. Création d'emplois et développement local

Le développement de l'énergie éolienne stimule l'économie locale : conception, construction, maintenance, transport des composants, etc. Il favorise également l'innovation dans les domaines de l'ingénierie, de la logistique et des matériaux.

### I.8. 5. Diversification du mix énergétique

Intégrer l'éolien dans le bouquet énergétique permet de réduire la part des énergies non renouvelables et de sécuriser l'approvisionnement en cas de crise ou de fluctuation du marché des énergies fossiles.

# I.9. Facteurs importants de la pompe à eau du moulin à vent. [11]

Au moment de sélectionner une pompe à eau pour une éolienne, il existe de nombreux éléments essentiels qui influencent l'efficacité et la fiabilité du système. La capacité d'une éolienne à pomper de l'eau varie en fonction des paramètres suivants :

- **La Vitesse du Vent** :
- La vitesse du vent est cruciale car elle influence directement la quantité d'énergie que les pales peuvent capter.
- Les moulins à vent nécessitent une vitesse de vent minimale pour commencer à pomper de l'eau et une vitesse optimale pour un fonctionnement efficace.
- **La Conception des Pales** :
- Les pales doivent être conçues pour capter le maximum d'énergie éolienne.
- Leur forme, leur taille et leur angle par rapport au vent sont des facteurs qui affectent la performance.
- **Le Mécanisme de Conversion** :
- Le mécanisme qui convertit le mouvement rotatif des pales en mouvement vertical pour pomper l'eau doit être efficace.
- Les engrenages et les tiges de pompe doivent être robustes et bien entretenus.
- **La Profondeur de l'Eau** :
- La profondeur à laquelle l'eau doit être pompée influence le choix de la pompe.
- Les pompes à piston sont efficaces pour les puits peu profonds, tandis que les pompes centrifuges peuvent être nécessaires pour des puits plus profonds.
- **Le Clapet Anti-Retour** :
- Un clapet anti-retour est essentiel pour empêcher l'eau de retomber dans le puits ou la source.
- Chaque course ascendante aspire l'eau dans le cylindre, tandis que lors de la course descendante, le clapet empêche l'eau d'être expulsée.
- **L'Entretien** :
- Un entretien régulier est nécessaire pour assurer la longévité et la performance du moulin à vent.
- Cela inclut la lubrification des pièces mobiles, le contrôle de la corrosion, et le remplacement des pièces usées.

# I.10. Avantage et inconvénient d'une pompe éolienne :

Les pompes éoliennes, qui utilisent l'énergie du vent pour pomper de l'eau, présentent plusieurs avantages et inconvénients :

## I.10.1. Avantage :

- Énergie Renouvelable : L'énergie éolienne est une source d'énergie 100% naturelle, renouvelable et durable
- Pas de Pollution : Elle ne génère aucune pollution, car il n'y a aucun rejet dans l'air suite à la transformation électrique
- Faible Occupation au Sol : La surface au sol nécessaire pour produire de l'énergie est relativement faible

- Rendement Supérieur en Hiver : Le vent est généralement plus fort pendant la saison froide, ce qui augmente le rendement
- Coût Diminué : Le développement des projets d'éoliennes fait mécaniquement diminuer le coût grâce à des rendements d'échelle intéressants
- Réduction des Factures : Elle permet de réduire les factures d'électricité et peut protéger contre les ruptures de courant.
- Facilité d'installation : les pompes éoliennes sont faciles à installer et peuvent être utilisées dans des endroits éloignés où l'accès à l'électricité est limité ou inexistant**. [12]**

## I.10.2. Inconvénients :

- Intermittence : L'énergie éolienne est intermittente et dépendante des conditions météorologiques.
- Difficulté de Prédiction : Les vents sont difficiles à anticiper, ce qui peut rendre l'énergie éolienne moins fiable.
- Bruit : Les éoliennes peuvent causer du bruit, ce qui est souvent un point de contention pour les riverains.
- Coût de Construction : Le coût de la construction d'une éolienne reste important et nécessite l'intervention d'engins spéciaux.
- Impact Visuel : Les éoliennes peuvent avoir un impact visuel sur le paysage.
- Interférences Électromagnétiques : Des problèmes d'interférences électromagnétiques peuvent survenir avec certaines éoliennes. **[13]**

## I.11. Conclusion :

Ce chapitre a abordé quelques définitions et généralités sur l'énergie éolienne utilisée pour le pompage. Ensuite, nous avons donné un bref aperçu des différents types d'éoliens et de pompes. De plus, nous avons exposé quelques convertisseurs les plus couramment utilisés, ainsi que le principe de leurs fonctionnements.

En conclusion, l'éolienne est une technologie clé dans la transition vers des sources d'énergie renouvelables

# Chapitre II :

# Présentation technique de l'éolienne Aermotor

## II.1. Introduction :

L'étude technique constitue une étape essentielle dans la conception et la documentation d'un système mécanique. Dans le cas de l'éolienne Aermotor, qui est spécialement conçue pour le pompage d'eau en milieu rural, une compréhension détaillée de ses composants, de son fonctionnement et de son architecture globale est indispensable avant toute démarche de modélisation et de création de documentation technique via un logiciel de CAO tel que SolidWorks.

Ce chapitre a pour objectif de présenter l'ensemble des éléments constitutifs de l'éolienne Aermotor, en mettant l'accent sur la structure mécanique, les différents sous-systèmes (rotor, engrenages, arbre, pompe à piston, etc.), les types de liaisons et les mouvements mécaniques associés. Une attention particulière sera portée à la description du fonctionnement global de l'éolienne, depuis la captation de l'énergie éolienne jusqu'à sa transformation en énergie mécanique utile pour l'extraction d'eau.

La connaissance précise de ces aspects techniques permet de poser les bases solides pour la modélisation 3D, l'élaboration des plans techniques et la production d'une documentation conforme aux normes industrielles. Elle garantit également la fiabilité, la maintenance et la durabilité du système dans son environnement d'utilisation.

# II.2. Principe de fonctionnement de l'éolienne Aermotor

L'éolienne Aermotor est une éolienne de type mécanique, conçue principalement pour le pompage de l'eau dans les zones rurales ou isolées. Contrairement aux éoliennes modernes qui produisent de l'électricité, l'Aermotor convertit directement l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique pour actionner une pompe à piston.

## II.2.1. Capture de l'énergie du vent :

L'éolienne Aermotor est équipée d'un rotor composé de multiples pales métalliques disposées en cercle. Lorsque le vent souffle, il exerce une force aérodynamique sur les pales, entraînant ainsi la rotation du rotor. Ce rotor est orienté face au vent grâce à un système d'orientation automatique (queue d'orientation).

## II.2.2. Transmission du mouvement :

Le mouvement de rotation du rotor est transmis à un arbre principal. Cet arbre est relié à un système d'engrenage, souvent constitué d'un pignon moteur et d'un pignon mené, qui convertit la rotation rapide du rotor en un mouvement de va-et-vient vertical. La manivelle, reliée à une bielle, transforme ce mouvement rotatif en un mouvement alternatif.

## II.2.3. Actionnement de la pompe :

Le mouvement alternatif est transmis à une pompe à piston située à la base du mât ou dans un puits. À chaque cycle de montée/descente, le piston aspire l'eau puis la refoule vers la surface à travers un système de clapets. Ce système permet de remonter l'eau souterraine à une certaine profondeur, souvent jusqu'à 30 mètres ou plus selon les modèles.

### II.2.4. Régulation et sécurité :

Un système de freinage ou de régulation automatique protège l'éolienne contre les vents trop violents, en réduisant la prise au vent. L'orientation et la vitesse de rotation sont contrôlées mécaniquement sans électricité.

### II.2.5. Résumé du fonctionnement :

Vent → Rotation du rotor → Transmission mécanique → Mouvement alternatif → Pompe à piston → Remontée de l'eau. **[14]**

## II.3. Architecture générale de l'éolienne Aermotor

### II.3.1. Vue d'ensemble

L'éolienne moulin, développée à la fin du XIXe siècle aux États-Unis, est conçue pour le pompage de l'eau à partir de puits profonds. Elle repose sur un principe mécanique simple mais robuste, utilisant l'énergie du vent pour actionner une pompe à piston. Ce type d'éolienne est encore largement utilisé dans les zones rurales et agricoles en raison de sa fiabilité, de sa longévité et de sa capacité à fonctionner sans électricité. **[15]**

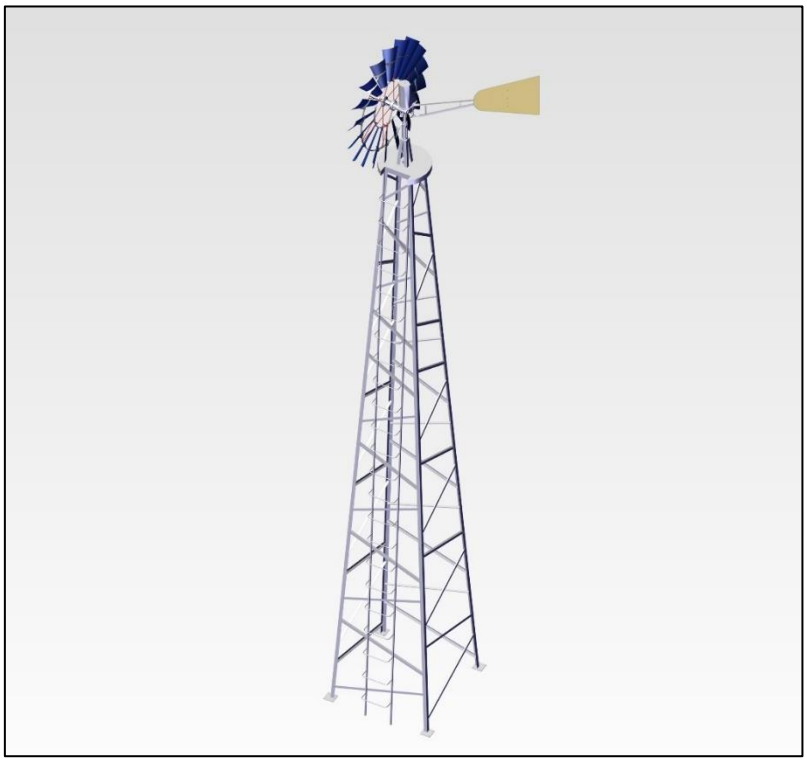


**Figure II.1:** éolienne horizontale

## II.3.2. Le rotor

Composé de multiples pales métalliques fines (généralement entre 15 et 30), disposées de manière circulaire. Le rotor capte l'énergie du vent et la transforme en mouvement rotatif. Il est monté sur un moyeu solidaire de l'arbre principal.

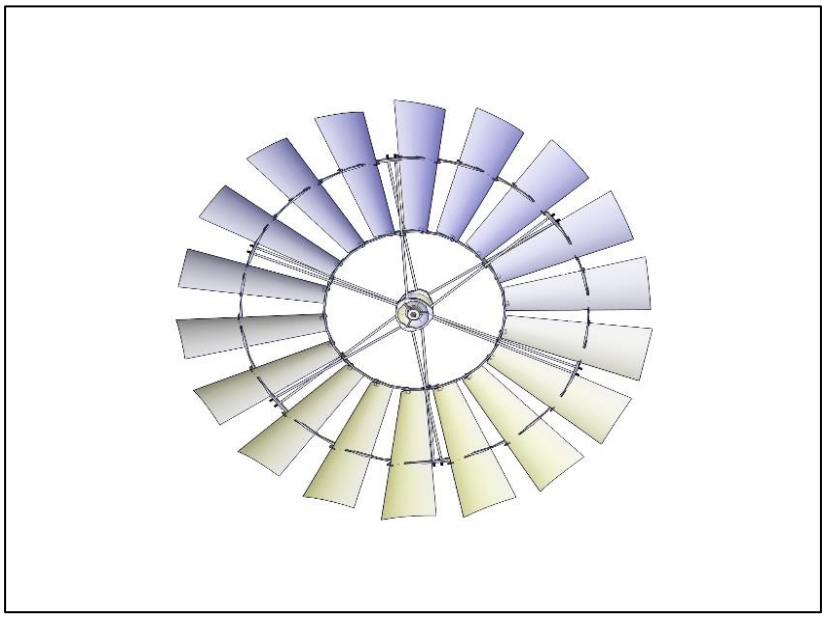


**Figure II.2:** le rotor

## II.3.3. Le système d'orientation

Une queue d'orientation fixée à l'arrière du moyeu permet à l'éolienne de s'aligner automatiquement avec la direction du vent. Ce système assure un positionnement optimal du rotor face au vent pour un rendement maximal.

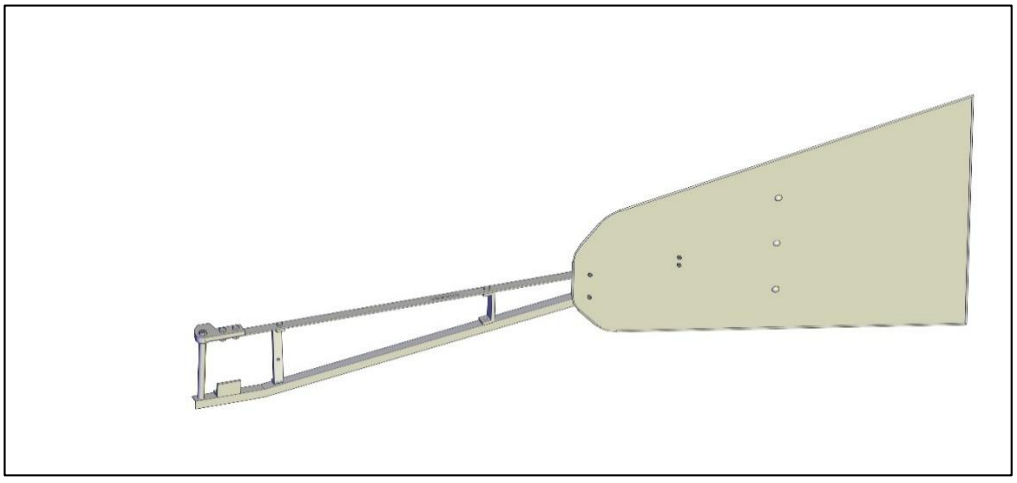


**Figure II.3:** le système d'orientation

## II.3.4. Le réducteur (ou tête de transmission)

Situé au sommet du mât, il contient : un arbre principal qui reçoit le mouvement du rotor ; un système d'engrenage (pignon moteur et pignon mené) qui transforme la rotation en un mouvement alternatif vertical ; une manivelle connectée à une bielle qui transmet le mouvement au système de pompage.

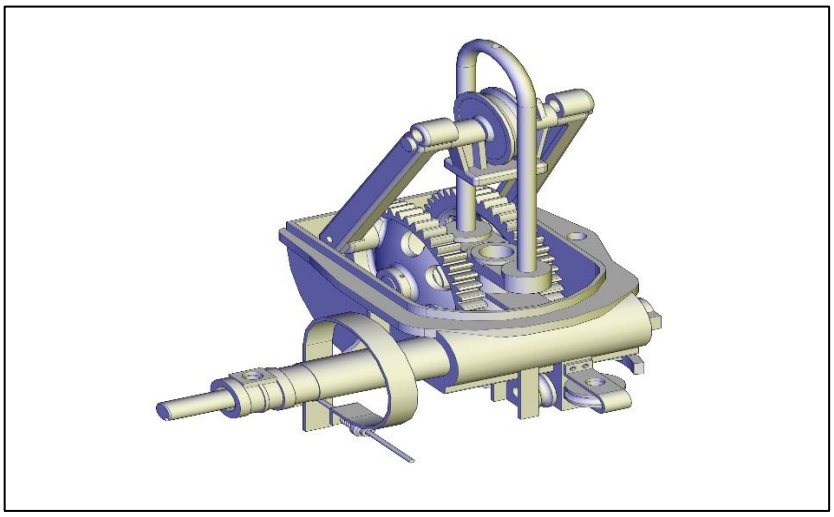


**Figure II.4:** Le Réducteur

## II.3.5. Le pylône :

Une structure métallique en treillis, généralement en acier galvanisé. Supporte l'ensemble rotor + tête de transmission. Permet l'accès pour la maintenance grâce à des échelles ou plateformes intégrées.

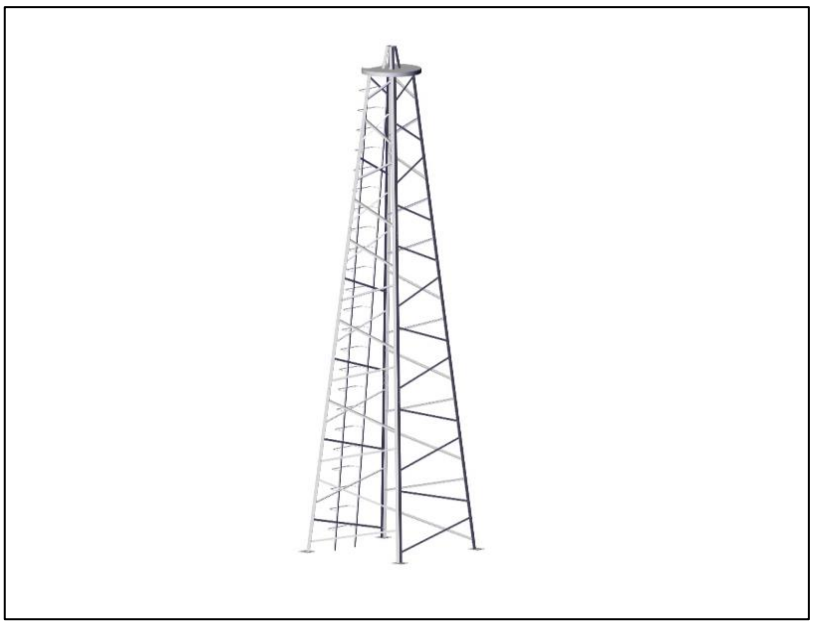


**Figure II.5:** le pylône

## II.3.6. La tige de pompage :

Transmet le mouvement alternatif depuis la tête de l'éolienne jusqu'à la pompe située dans le puits. Elle est guidée à l'intérieur du mât et descend jusqu'à la pompe.

## II.3.7. La pompe à piston

Placée à la base du puits ou en surface selon la profondeur. Fonctionne par système de clapets, activé par la montée/descente de la tige. Permet d'aspirer l'eau souterraine et de la remonter vers un réservoir ou directement vers les utilisateurs.

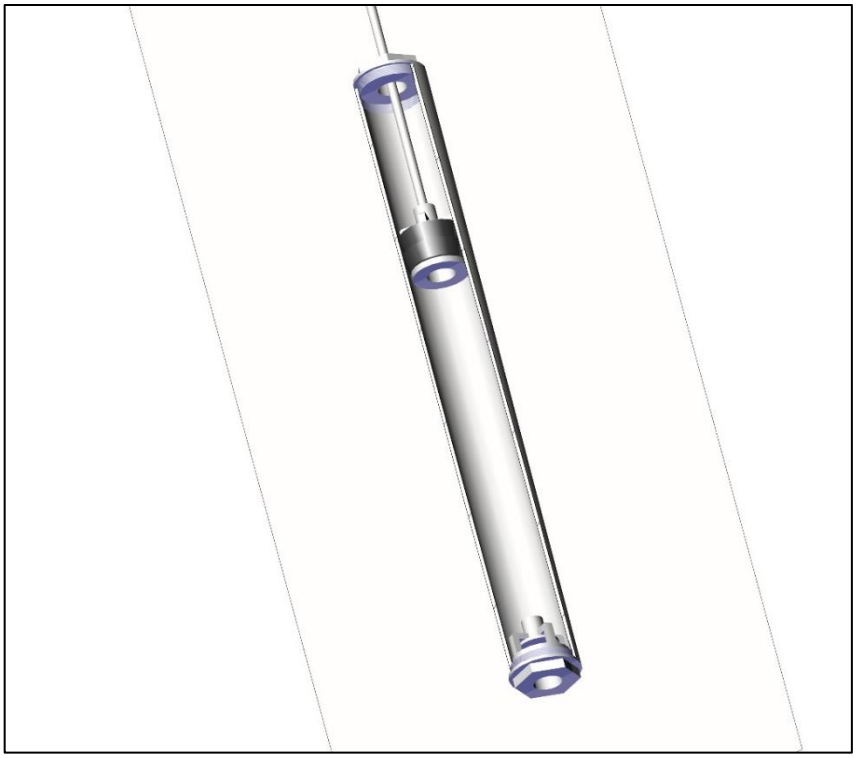


**Figure II.6:** la pompe à piston

## II.3.8. Les dispositifs de régulation

**Régulateur de vent :** réduit la prise au vent lorsque celui-ci devient trop fort.

**Freinage mécanique :** pour arrêt manuel ou automatique en cas de danger.

## II.3.9. Résumé de l'architecture

**Tableau II.1:** l'architecture de l'éolienne

| Élément | Fonction principale |
|---|---|
| Rotor | Captation du vent et transformation en rotation |
| Queue d'orientation | Alignement avec le vent |
| Tête de transmission | Conversion de la rotation en mouvement alternatif |
| Mât | Support structurel et passage de la tige |
| Tige de pompage | Transmission du mouvement vers la pompe |
| Pompe à piston | Aspiration et refoulement de l'eau |
| Systèmes de régulation | Sécurité et adaptation aux conditions du vent |

## II.4. Description des composants de l'éolienne :

### II.4.1. LE rotor

Le rotor est l'ensemble tournant de l'éolienne Aermotor. Il est composé principalement de pales (ou ailes) fixées sur un moyeu central, qui est lui-même monté sur un axe horizontal.

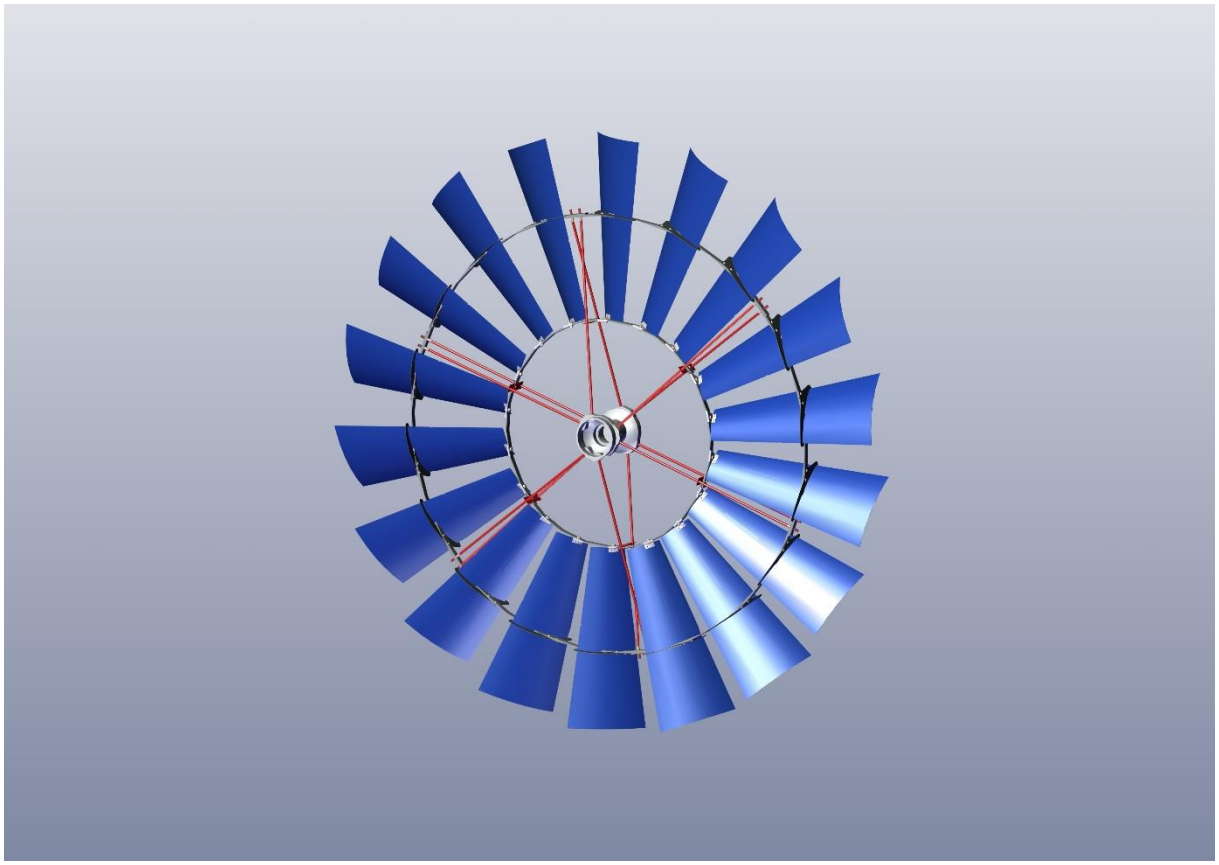


**Figure II.7:** Le rotor

### II.4.2. Rôle du rotor

- Capte l'énergie du vent grâce aux pales aérodynamiques.
- Transforme cette énergie en énergie mécanique rotative.
- Transmet cette rotation à l'arbre moteur, qui alimente le système de pompage.

### II.4.3. Caractéristiques techniques typiques

- Diamètre du rotor : entre 2 et 4 mètres selon le modèle. (2.4 m)
- Nombre de pales : généralement 15 à 20 fines lames (18 exactement).
- Matériau : acier galvanisé ou peint pour résister à la corrosion.

## II.4.4. Constitution du rotor

### II.4.4.1. LE MOYEU :

Le moyeu d'une éolienne est la pièce centrale située entre les pales et l'arbre de transmission. Sur l'éolienne Aermotor, il s'agit d'un composant métallique robuste, conçu pour fixer les pales (ou ailes) et transmettre leur mouvement de rotation au reste du mécanisme (réducteur, pompe).

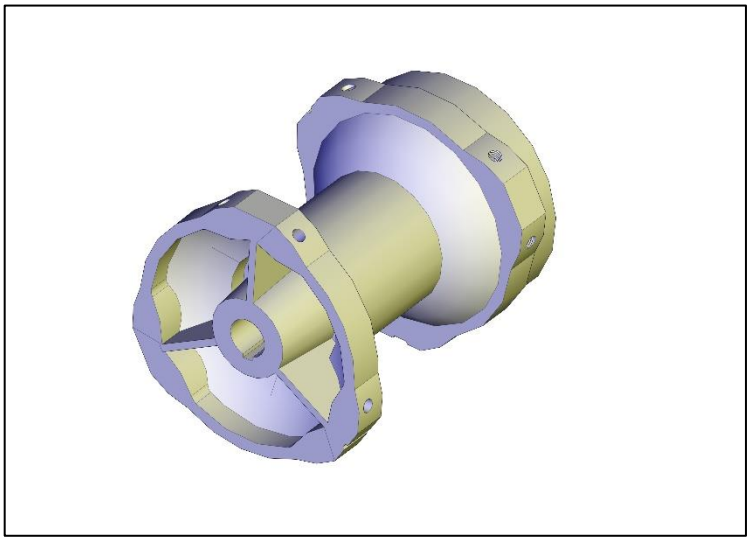


Figure II.8 : le moyeu de l'eolienne

### Rôle du moyeu

1. Support des pales : Le moyeu assure la liaison mécanique entre les pales et l'arbre principal.
2. Transmission de la rotation : Il transmet le mouvement rotatif généré par le vent capté sur les pales au reste du système mécanique.
3. Répartition des efforts : Il permet de répartir les forces exercées par le vent sur les pales de manière équilibrée pour éviter les déséquilibres.
4. Sécurité et stabilité : Il assure une fixation rigide et stable des pales pour résister aux conditions climatiques extrêmes.

### II.4.4.2. Pales métalliques :

Les pales sont les éléments allongés et fins, généralement fabriqués en tôle d'acier galvanisé, fixés radialement autour du moyeu. Leur forme est conçue pour capter efficacement le vent en maximisant la surface de contact et en facilitant la rotation.

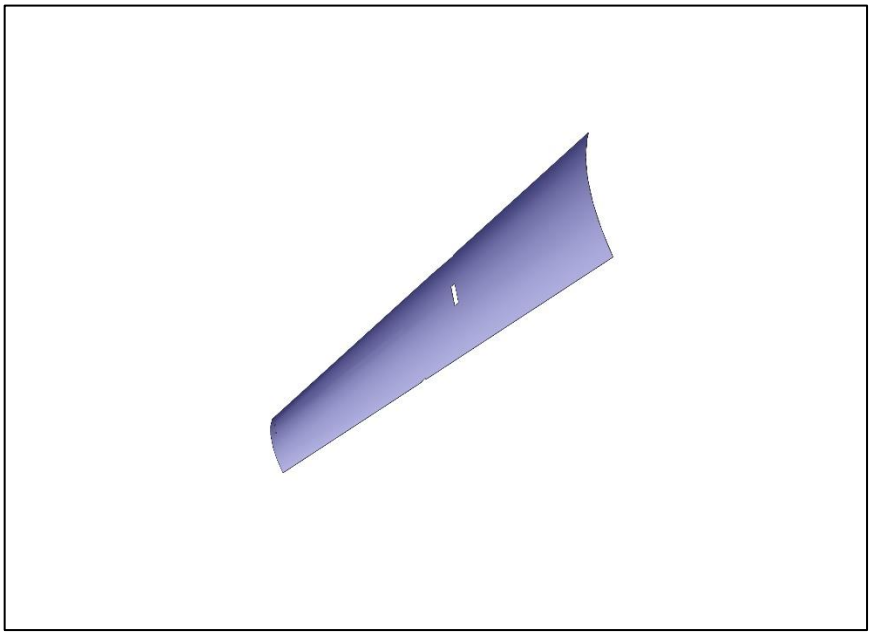


**Figure II.9:** Pale du rotor

## Rôle

Les pales jouent un rôle essentiel dans la conversion de l'énergie du vent. Elles captent le flux d'air et transmettent cette énergie au rotor en le faisant tourner. Cette rotation mécanique est ensuite exploitée pour entraîner le mécanisme de pompage via le système d'engrenages.

## II.4.4.3. La tige de renforcement :

La tige de renforcement du rotor est un élément mécanique en forme de tige rigide, généralement en acier, qui relie les pales du rotor à l'arbre ou au moyeu. Elle assure une meilleure stabilité structurelle au rotor en fonctionnement. Le matériau utiliser c'est l'acier galvanisé ou acier inoxydable pour sa résistance à la corrosion et à la traction.

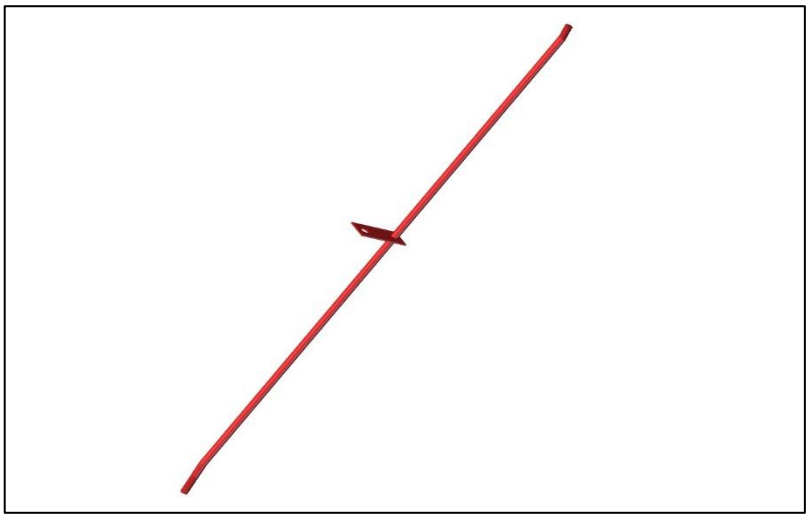


**Figure II.10:** la tige de renforcement

## Rôle :

- Assurer la rigidité de l'ensemble du rotor face aux contraintes mécaniques dues au vent.
- Répartir les charges subies par les pales vers l'arbre central de manière uniforme.
- Prévenir la déformation ou le désalignement des pales pendant la rotation.
- Renforcer la durée de vie du rotor en réduisant les vibrations et les efforts excessifs.

## II.4.4.4. Axe de rotation :

L'arbre principal de l'éolienne Aermotor est un élément mécanique cylindrique rotatif situé entre le moyeu des pales et le mécanisme de transmission (souvent une pompe à eau). Il permet la transmission du couple mécanique généré par la rotation des pales sous l'action du vent.

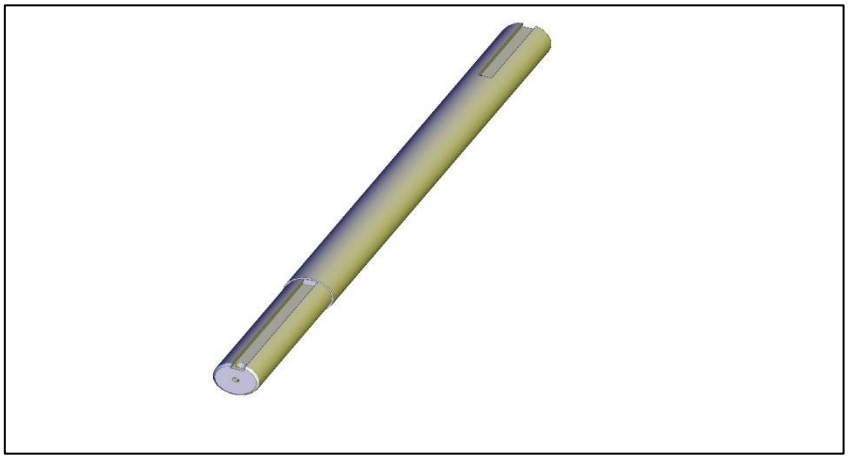


**Figure II.11:** l'arbre de l'eolienne

## Rôle

- Transmettre l'énergie mécanique des pales vers la pompe.
- Supporter les efforts de torsion et de flexion générés par le vent.
- Maintenir l'alignement des composants tournants de l'éolienne (pales, moyeu, engrenages).
- Assurer une rotation fluide et continue du système.

## II.4.5. Le système d'orientation :

Le système d'orientation d'une éolienne Aermotor est un mécanisme permettant à l'éolienne de s'aligner automatiquement dans la direction du vent dominant. Ce système repose principalement sur une queue d'orientation, également appelée gouvernail ou aile de direction.

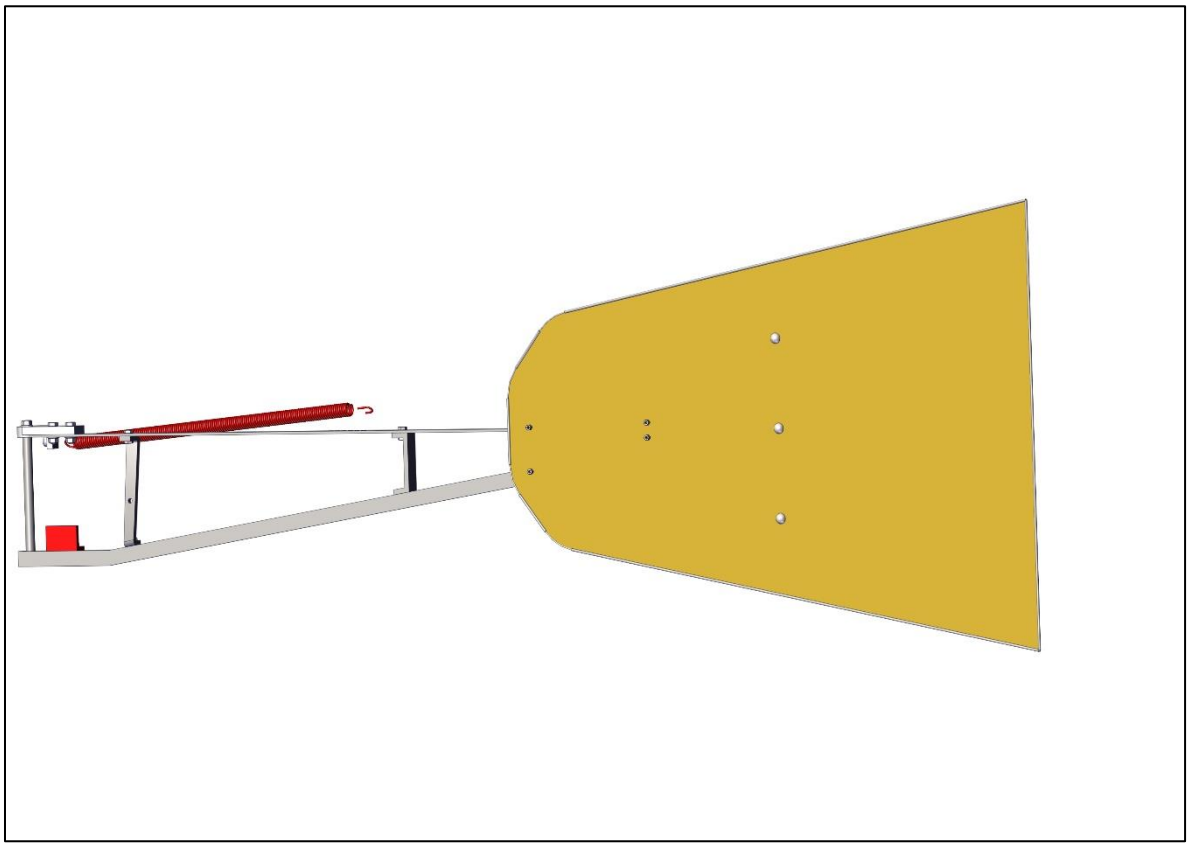


**Figure II.12:** le système d'orientation

### II.4.5.1 Rôle :

- Assurer l'alignement automatique de la nacelle et du rotor face au vent.

- Optimiser la production d'énergie en maintenant une orientation constante vers la source du vent.

- Protéger l'éolienne en cas de vents violents en la mettant en sécurité (orientation de fuite si nécessaire).

## II.4.5.2 Constituants de système d'orientation :

### II.4.5.2.1. Le gouvernail :

### Définition

Le gouvernail, aussi appelé queue d'orientation, est une surface plane métallique fixée à l'arrière de la nacelle de l'éolienne Aermotor. Il est monté sur un bras rigide, souvent orienté horizontalement, et fait partie intégrante du système d'orientation de l'éolienne.

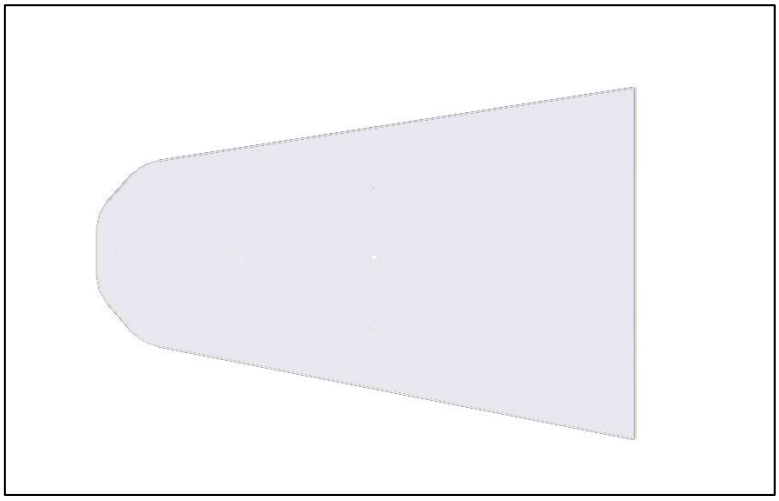


**Figure II.13:** Le gouvernail

### Rôle

- Orienter automatiquement le rotor face au vent : le gouvernail agit comme une girouette qui détecte la direction du vent et oriente la tête de l'éolienne (le rotor) de manière à ce qu'elle soit toujours perpendiculaire au flux d'air.

- Assurer un fonctionnement optimal : en maintenant le rotor face au vent, le gouvernail garantit un rendement maximal pour la production de mouvement mécanique.

- Stabiliser l'éolienne : il aide à stabiliser la structure contre les changements brusques de direction du vent.

### Principe de fonctionnement

Le gouvernail utilise la force du vent pour exercer un couple sur la tête de l'éolienne :
- Lorsque le vent change de direction, la surface du gouvernail capte ce changement.
- En se déplaçant latéralement sous l'effet du vent, il fait pivoter toute la nacelle grâce au palier d'orientation situé au sommet du mât.
- Ainsi, le rotor est réaligné automatiquement face au vent sans intervention humaine.

### Caractéristiques typiques

- Matériau : acier galvanisé ou aluminium.

- Forme : trapézoïdale.

- Fixation : boulonné sur un bras métallique, solidaire du bâti de la nacelle.

### II.4.5.2.2. Ressort de rappel :

Le ressort de rappel est un composant mécanique qui exerce une force de tension ou de compression pour ramener automatiquement le gouvernail dans sa position initiale lorsqu'il est dévié sous l'effet du vent. Il est souvent intégré dans le bras du gouvernail ou à proximité de l'axe de rotation de la nacelle.

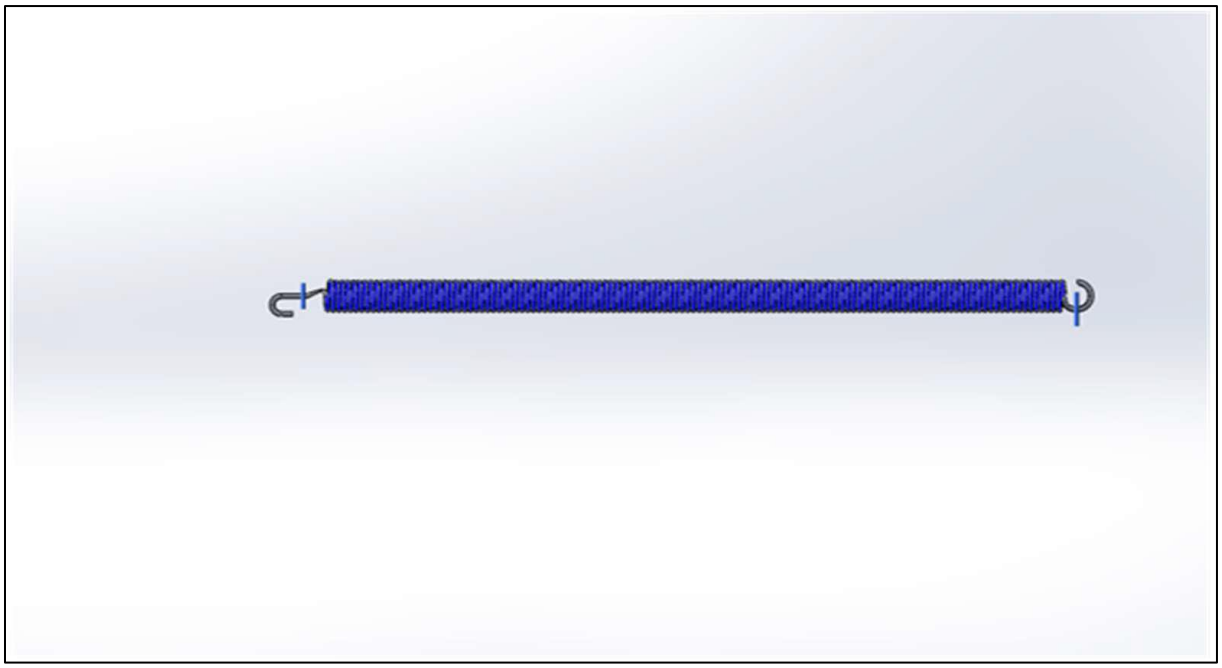


**Figure II.13.** Le ressort

## Rôle

- Maintenir la stabilité directionnelle du gouvernail lorsque le vent est irrégulier.
- Limiter les oscillations du rotor lors des changements brusques de direction du vent.
- Aider au recentrage de la nacelle lorsque la force du vent diminue.
- Participer à la protection de la structure contre les mouvements excessifs ou les surcharges mécaniques.

## Principe de fonctionnement

1. Lorsque le vent souffle de façon latérale ou irrégulière, il peut dévier le gouvernail de son axe optimal.

2. Le ressort de rappel stocke une énergie mécanique sous forme de tension ou compression.

3. Dès que la pression du vent diminue ou se stabilise, le ressort relâche son énergie pour ramener le gouvernail dans son axe de référence, ce qui permet au rotor de rester correctement orienté face au vent.

## Caractéristiques techniques

**Tableau II.2:** Caractéristique technique du ressort

| **Caractéristique** | **Détail** |
|---|---|
| **Type** | Ressort de traction ou de torsion |
| **Matériau** | Acier à ressort (alliage à haute élasticité) |
| **Position** | Monté entre le bras du gouvernail et le châssis |
| **Fonction complémentaire** | Amortissement des mouvements brusques |

## II.4.6. Le système de freinage de l'éolienne Aermotor

### II.4.6.1. Définition

Le système de freinage est un dispositif de sécurité qui permet de ralentir ou d'arrêter la rotation du rotor de l'éolienne, afin de protéger les composants mécaniques en cas de vents forts ou pour effectuer une maintenance.

Sur les éoliennes Aermotor, ce système est mécanique, simple et généralement manuel.

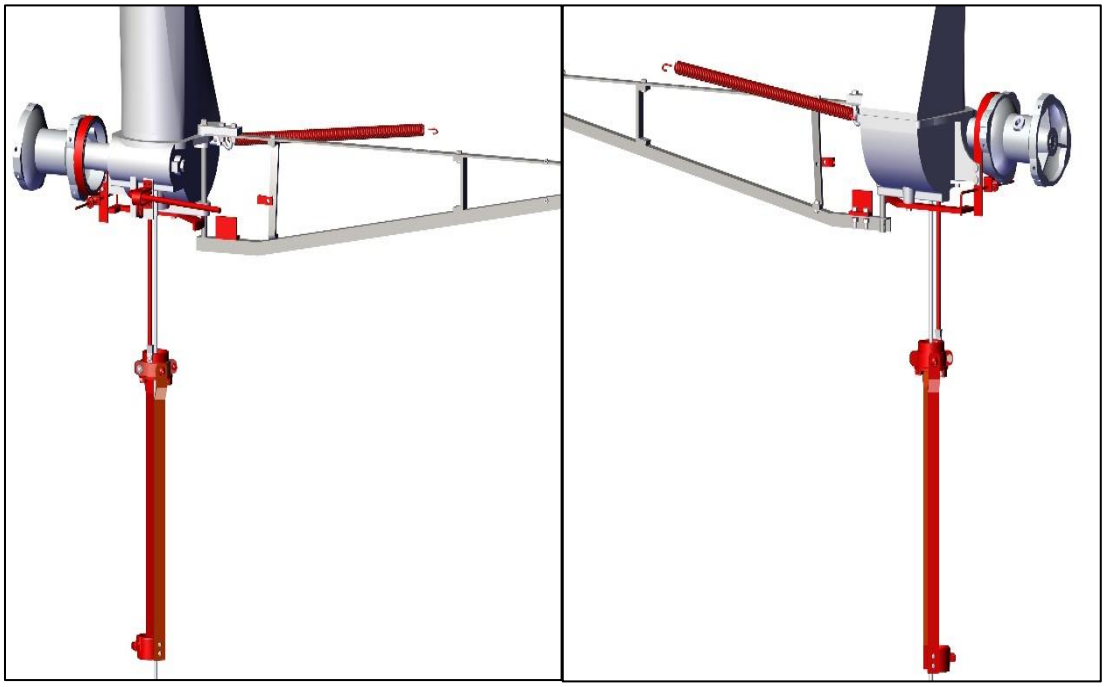


**Figure II.14.** Système de freinage

## Fonctionnement

• En cas de besoin (maintenance ou vents dangereux), l'opérateur actionne manuellement le levier de frein.

• La bande se referme sur le moyeu, ce qui crée un frottement et ralentit la rotation du rotor.

• Une fois stoppée, l'éolienne peut être maintenue à l'arrêt de façon sécurisée.

## Rôle

• Assurer la sécurité de l'éolienne et des opérateurs.
• Protéger les composants mécaniques contre les vitesses excessives.
• Permettre les interventions de maintenance en toute sécurité.

## II.4.6.2. Composants principaux

## 1. Le frein à mâchoires :

- Constitué d'une bande métallique qui serre le moyeu solidaire de l'arbre de transmission.

- Actionné par une pédale métallique montée au bas du corp du réducteur ce dernier a été actionner par une pièce métallique montée sur le bras du gouvernail.

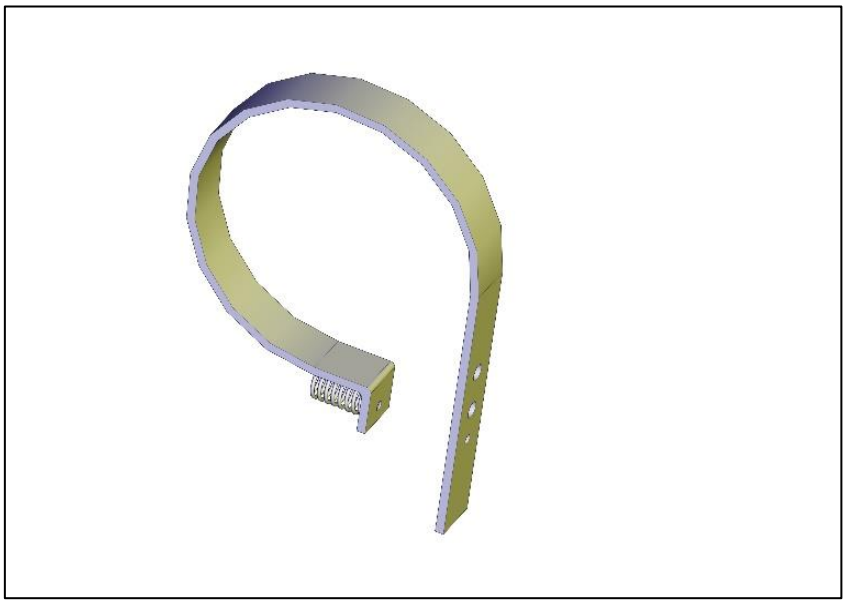


**Figure II.15:** La bande de frein

### 2. Le levier de freinage (ou manette) :

- Sert à activer ou désactiver le frein.
- Placé souvent sur la structure de la nacelle.

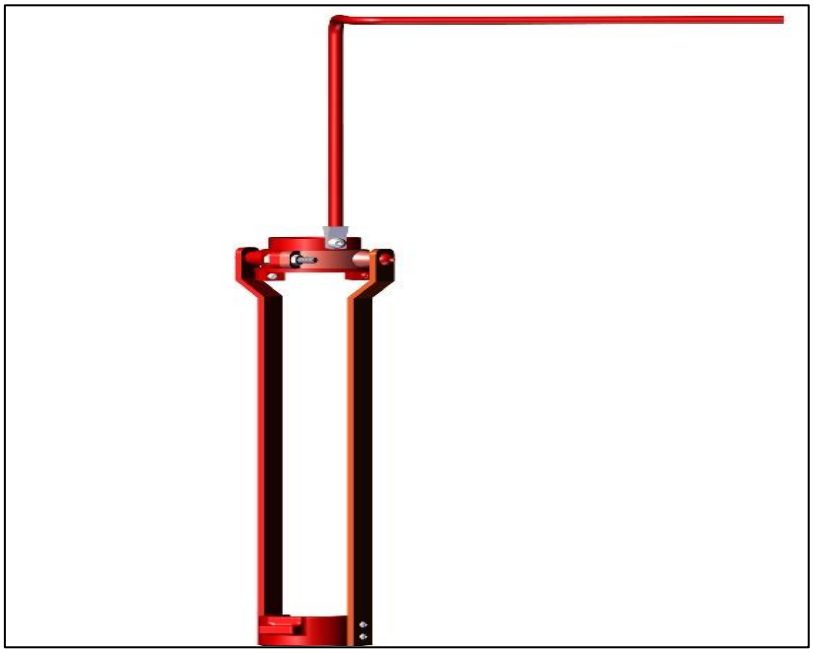


**Figure II.16:** Le corp d'action sur la bande de frein

## II.5. Conclusion

La présentation technique de l'éolienne Aermotor a permis de mettre en lumière les caractéristiques fondamentales de cette machine conçue principalement pour le pompage d'eau. À travers l'étude de son architecture générale, de ses composants principaux et de leurs rôles respectifs, il apparaît clairement que cette éolienne repose sur une conception à la fois robuste, modulaire et bien adaptée aux environnements ruraux ou isolés.

Le système mécanique de l'Aermotor, notamment la roue éolienne à pales multiples, le gouvernail d'orientation, le mécanisme de transmission et la pompe à piston, illustre une ingénierie simple mais efficace, où chaque pièce est pensée pour fonctionner en autonomie et avec peu d'entretien. De plus, le choix des matériaux, la standardisation des assemblages et la compatibilité avec des systèmes de pompage traditionnels font de l'éolienne Aermotor une solution durable et éprouvée.

Ce socle technique solide constitue la base pour aborder, dans les chapitres suivants, la modélisation 3D de l'ensemble des composants sous SolidWorks, puis la création d'une documentation technique complète. Cette approche vise à valoriser et préserver ce patrimoine technologique tout en le rendant accessible à travers des outils modernes de conception assistée par ordinateur.

# Chapitre III :
# Méthodologie de création d'un dossier technique

## III.1 Introduction

La création d'un dossier technique est une étape essentielle dans tout projet de conception ou de reconstitution d'un système mécanique complexe tel qu'une éolienne Aermotor. Ce dossier vise à regrouper l'ensemble des informations nécessaires à la compréhension, à la fabrication, à l'assemblage, et à la maintenance de l'éolienne. Dans cette optique, l'utilisation d'outils de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) tels que SolidWorks et SolidWorks Composer permet de structurer et de présenter ces données de manière claire, normalisée et exploitable.

Ce chapitre détaille les étapes méthodologiques suivies pour produire un dossier technique complet et fonctionnel, depuis la collecte des données jusqu'à la génération de plans, vues éclatées, nomenclatures et notices d'assemblage.

## III.2 Démarche générale de création du dossier technique

### III.2.1. Relevé des données et mesures

#### III.2.1.1. Objectif du relevé

Le relevé des données et des mesures constitue une étape cruciale pour obtenir une modélisation fidèle du système. Il permet de récupérer les dimensions, formes, matériaux et caractéristiques mécaniques de chaque composant de l'éolienne Aermotor.

#### III.2.1.2. Méthodologie de relevé

- Utilisation d'instruments de mesure (pied à coulisse, mètre ruban, règle graduée).
- Identification de chaque pièce composant l'éolienne (hélice, arbre, engrenages, pompe, etc.).
- Relevé des dimensions principales (longueurs, diamètres, épaisseurs, entraxes).
- Notation des formes géométriques utiles (cylindrique, prismatique, conique…).
- Identification des matériaux utilisés (par observation ou documentation existante).
- Prise de photos de chaque composant pour référence visuelle lors de la modélisation**.[16]**

#### III.2.1.3. Exemple de fiche de relevé simplifiée

**Tableau III.2** : fiche de relevé des données des pièces

| Composant | Dimensions principales | Forme | Matériau |
|---|---|---|---|
| Hélice | Ø 2 m, 18 pales | Conique + Pales fines | Aluminium |
| Arbre principal | Ø 29 mm, L = 48 mm | Cylindrique | Acier |
| Pignon menant | Ø ext. = 80 mm, 18 dents | Disque denté | Fonte |
| Gouvernail | L = 1,2 m, H = 0,9 m | Trapézoïdal | Tôle acier |
| Pompe à piston | Ø piston = 90 mm | Cylindre creux | Acier + caoutchouc |

#### III.2.1.4. Remarques sur les tolérances et imprécisions

Certaines mesures peuvent comporter des imprécisions dues à :

- l'usure des pièces anciennes,
- la difficulté d'accès à certaines zones,

- l'absence de documentation constructeur.

Il est donc parfois nécessaire d'effectuer une estimation ou de procéder à une rétroconception.

Le relevé dimensionnel constitue la base de toute modélisation fiable sous SolidWorks. Il garantit que chaque pièce virtuelle correspondra étroitement à sa réalité physique, ce qui est essentiel pour la création d'un dossier technique précis et utilisable.

## III.2.2. Modélisation 3D des pièces élémentaires

La modélisation 3D des pièces élémentaires est une étape clé dans le processus de création du dossier technique. Elle permet de représenter numériquement les composants mécaniques de manière précise, en vue de leur assemblage virtuel, de la génération des plans et de la création de la documentation technique. Cette étape a été réalisée à l'aide du logiciel SolidWorks, outil de conception paramétrique largement utilisé dans l'ingénierie mécanique. **[17]**

### III.2.2.1. Objectifs de la modélisation

L'objectif principal de cette phase est de recréer chaque pièce constitutive de l'éolienne Aermotor selon ses dimensions réelles ou estimées à partir de documents historiques. Ces modèles servent ensuite de base aux opérations suivantes : assemblage numérique, mise en plan, vues éclatées, animations, et export pour la documentation technique.

### III.2.2.2. Méthodologie adoptée

La modélisation des pièces élémentaires s'est déroulée selon les étapes suivantes :

- Esquisse initiale : Chaque pièce a d'abord été esquissée en 2D à partir des dimensions relevées sur le terrain ou issues de plans anciens.
- Fonctions de base : Les fonctions d'extrusion, de révolution et de perçage ont été utilisées pour générer les volumes.
- Détail des formes : Les congés, chanfreins, trous taraudés, et évidements ont été intégrés selon les spécificités de chaque pièce.
- Contraintes paramétriques : Des relations géométriques et dimensions paramétrées ont été appliquées pour permettre des ajustements faciles si besoin.

### III.2.2.3. Exemples de pièces modélisées

Parmi les pièces élémentaires modélisées, on trouve notamment :

- Les pales du rotor, de forme allongée, fixées radialement sur le moyeu central
- Le moyeu, pièce centrale de fixation des pales, comportant des trous taraudés ou des logements pour boulons
- Les tiges et axes, servant de liaison mécanique entre les différents éléments mobiles
- Le gouvernail, plat et orientable, destiné à l'orientation de l'éolienne face au vent
- Les éléments de fixation, tels que boulons, écrous, goupilles, entretoises
- Les supports et bras de renforcement, assurant la stabilité de la structure.

### III.2.2.4. Résultat de la modélisation

Chaque composant a été enregistré sous un format. SLDPRT (fichier pièce SolidWorks) avec une nomenclature claire. Les pièces ont été organisées dans des sous-dossiers correspondant à leur fonction (rotor, transmission, support…). Ces fichiers 3D constituent la base de l'assemblage global de l'éolienne.

## III.2.3. Assemblage de l'éolienne

Après la modélisation individuelle des pièces élémentaires, l'étape suivante consiste à reconstituer virtuellement l'éolienne Aermotor dans son ensemble à l'aide de l'environnement d'assemblage de SolidWorks. Cette phase permet de vérifier la cohérence fonctionnelle du système, de préparer la mise en plan globale et de produire des vues techniques exploitables pour la fabrication, le montage ou la maintenance**.[18]**

### III.2.3.1. Objectifs de l'assemblage

L'assemblage virtuel a pour but de :

- Reconstituer la structure complète de l'éolienne à partir des pièces modélisées ;
- Reproduire les mécanismes fonctionnels (rotation du rotor, orientation du gouvernail, transmission à la pompe) ;
- Vérifier les ajustements, alignements et jeux entre les pièces ;
- Identifier les interférences ou erreurs de conception ;
- Préparer les vues éclatées et les nomenclatures nécessaires au dossier technique.

### III.2.3.2. Méthodologie d'assemblage sous SolidWorks

L'assemblage a été réalisé de manière progressive selon la logique de montage réelle de l'éolienne :

1. Création du niveau d'assemblage principal (. SLDASM) représentant l'éolienne dans son intégralité.
2. Insertion des sous-ensembles fonctionnels (rotor, bâti support, système de transmission, pompe).
3. Application de contraintes d'assemblage :
   - Coaxialité pour les axes tournants
   - Coïncidence des faces de contact
   - Distance ou angle fixe entre composants
   - Mouvements conditionnés (rotation libre, translation guidée).
4. Tests de mobilité pour simuler le comportement des éléments mécaniques (rotation du moyeu, orientation du gouvernail, va-et-vient de la tige de pompe).
5. Réglage de la position initiale pour permettre la visualisation correcte dans les rendus techniques.

### III.2.3.3. Résultat de l'assemblage

L'assemblage final permet d'avoir une vision globale fidèle de l'éolienne Aermotor, incluant tous les composants modélisés. Il constitue la base pour :

- La création des vues éclatées nécessaires à la notice de montage
- L'établissement des nomenclatures automatiques listant les composants
- La détection d'interférences géométriques (fonction "détection de collision")
- La simulation de fonctionnement partiel (ex. : transmission du mouvement du rotor à la pompe).

Cette maquette numérique complète joue un rôle central dans la phase de documentation et dans les applications pédagogiques ou industrielles.

## III.2.4 Mise en plan et documentation technique

La mise en plan constitue une étape fondamentale dans la création d'un dossier technique. Elle permet de traduire les modèles 3D en documents techniques 2D exploitables pour la fabrication, l'assemblage ou la maintenance. Réalisée à partir des pièces et assemblages modélisés sous SolidWorks, cette phase vise à produire des plans normalisés, clairs et complets, répondant aux normes industrielles de dessin technique. **[19]**

### III.2.4.1. Objectifs de la mise en plan

- Générer des plans de fabrication précis pour chaque pièce
- Élaborer des plans d'assemblage montrant les relations entre composants

- Produire des vues en coupe, vues détaillées, vues éclatées et perspectives techniques
- Intégrer les cotes, tolérances, rugosités, indications de traitement thermique ou de surface
- Fournir des nomenclatures automatiques répertoriant les pièces avec désignation, matériau, quantité, etc.

### III.2.4.2. Méthodologie de mise en plan

La mise en plan a été effectuée à partir des fichiers 3D en utilisant les fonctionnalités spécifiques de SolidWorks :

1. Création de feuilles de dessin normalisées au format A3 et A4, selon les cas ;
2. Insertion automatique des vues orthogonales, en coupe et en perspective depuis les modèles
3. Ajout des cotations fonctionnelles, calculées à partir du modèle
4. Indication des tolérances ISO, selon les fonctions mécaniques
5. Personnalisation des cartouches contenant le nom de la pièce, la version, l'échelle, le matériau, etc.
6. Création de la nomenclature avec références croisées vers les fichiers d'assemblage.

### III.2.4.3. Types de documents générés

- Plans de pièces élémentaires : chaque pièce modélisée fait l'objet d'un plan à l'échelle avec cotations précises.

- Plans d'assemblage : représentant les sous-ensembles ou l'éolienne complète, avec repérage des pièces.

- Vues éclatées : issues de l'assemblage, elles montrent la position relative des pièces.

- Nomenclatures : tableaux listant les éléments nécessaires à l'assemblage, intégrés aux plans.

- Plans annotés : incluant les informations techniques supplémentaires (finition, peinture, traitement thermique…). **[20]**

### III.2.4.4. Résultat de la mise en plan

L'ensemble des plans générés constitue la documentation graphique principale du dossier technique. Ils sont exploitables par un atelier de fabrication, une équipe de montage ou un service de maintenance. De plus, ces plans peuvent servir de support pédagogique ou d'archivage pour la reproduction ou la restauration d'éoliennes Aermotor historiques.

## III.2.5 Utilisation de SolidWorks Composer

SolidWorks Composer est un outil complémentaire à SolidWorks, destiné à la création de contenus techniques visuels. Il permet de produire des documents d'assemblage, des instructions de montage interactives, des manuels utilisateurs et des animations explicatives

sans nécessiter de modifier les modèles CAO d'origine. Dans le cadre de la création du dossier technique de l'éolienne Aermotor, Composer a été utilisé pour générer des présentations claires, dynamiques et adaptées à différents publics (techniciens, utilisateurs, maintenance).

### III.2.5.1. Objectifs de l'utilisation de SolidWorks Composer

- Générer des vues éclatées interactives illustrant le démontage et le remontage de l'éolienne
- Créer des manuels illustrés pas-à-pas pour le montage des sous-ensembles
- Produire des animations de fonctionnement pour expliquer le principe mécanique
- Exporter des images haute résolution et des fichiers interactifs (HTML5, PDF 3D)
- Faciliter la communication entre le bureau d'études, l'atelier et l'utilisateur final. **[21]**

### III.2.5.2. Méthodologie de travail avec Composer

1. Importation des assemblages SolidWorks au format natif ou au format. SMG dans Composer.
2. Organisation de la scène (arborescence des composants, nomenclature, caméras)
3. Création de vues éclatées annotées et animations séquentielles
4. Ajout de textes, légendes, repères, et symboles techniques
5. Exportation des vues fixes (.png, .jpg) et des contenus interactifs (HTML, PDF 3D)
6. Intégration des visuels dans le dossier technique et dans les manuels d'utilisation.

### III.2.5.3. Apports spécifiques au dossier technique

L'usage de Composer a permis d'améliorer considérablement la lisibilité du dossier technique. Les vues éclatées dynamiques facilitent la compréhension des étapes d'assemblage. Les animations rendent plus accessibles les principes mécaniques pour des intervenants non spécialistes. Enfin, l'exportation d'illustrations vectorielles garantit une qualité optimale pour l'impression ou la diffusion numérique.

## III.2.6. Vérifications et validations

La phase de vérification et de validation constitue une étape critique dans la création d'un dossier technique. Elle permet de garantir la fiabilité des données produites, la conformité aux exigences techniques, et la cohérence globale de l'ensemble de la documentation. Dans le cadre du projet de modélisation de l'éolienne Aermotor, cette phase a concerné à la fois les modèles 3D, les mises en plan, les assemblages, et les supports générés avec SolidWorks Composer. **[21]**

### III.2.6.1. Objectifs de la vérification

- Vérifier la conformité des dimensions modélisées avec les données relevées sur site
- Valider les tolérances fonctionnelles et les ajustements mécaniques
- Contrôler la cohérence des assemblages (absence d'interférences, bon emboîtement)
- Examiner la lisibilité, la complétude et la normalisation des mises en plan (cartouches, cotes, vues, nomenclatures)
- Tester la clarté et la pertinence des illustrations et animations issues de SolidWorks Composer.

### III.2.6.2. Méthodes et outils utilisés

1. Détection d'interférences : à l'aide de l'outil "Vérification d'interférence" de SolidWorks, les modèles ont été analysés pour détecter d'éventuels conflits géométriques entre pièces
2. Analyse de tolérances : contrôle des ajustements et jeux fonctionnels à l'aide de l'outil "Tolérancement" intégré à SolidWorks
3. Comparaison des cotes : vérification manuelle des dimensions modélisées par rapport aux mesures terrain ou documents techniques historiques
4. Relecture croisée : chaque élément (plan, assemblage, vue éclatée) a été validé par plusieurs intervenants (concepteur CAO, technicien, enseignant référent)
5. Simulation de montage : dans Composer, les animations d'assemblage ont été rejouées étape par étape pour s'assurer de la logique de montage/démontage
6. Liste de contrôle : une checklist a été utilisée pour s'assurer que toutes les pièces, vues, nomenclatures et légendes étaient présentes et correctement renseignées.

### III.2.6.3. Validation finale du dossier technique

Une fois toutes les vérifications effectuées, un rapport de validation a été rédigé. Ce rapport comporte :

- Une checklist des éléments validés (modèles 3D, plans, assemblages, vues Composer)
- Les écarts identifiés avec les dimensions réelles et les ajustements apportés
- Les remarques issues des relectures techniques
- La date et la signature de validation finale par le responsable pédagogique ou technique.

Cette étape garantit que le dossier technique produit est exploitable en contexte industriel, pédagogique ou de maintenance. Elle renforce la fiabilité et la traçabilité de l'ensemble du projet et constitue une condition essentielle pour la livraison finale du dossier.

## III.3. Étude de cas : Application à l'éolienne Aermotor

Cette étude de cas présente l'application concrète de la méthodologie de création d'un dossier technique à l'éolienne Aermotor. Elle illustre l'ensemble des étapes suivies, depuis le relevé des données jusqu'à la génération de la documentation technique à l'aide des outils SolidWorks et SolidWorks Composer.

### III.3.1. Choix de l'objet d'étude

L'éolienne Aermotor est composée de plusieurs sous-ensembles mécaniques essentiels : rotor, gouvernail, arbre de transmission, mécanisme de pompage, structure de soutien. Pour cette étude de cas, l'ensemble de l'éolienne a été considéré, avec une attention particulière portée sur le rotor et le système de transmission du mouvement, étant les composants critiques pour le fonctionnement du système de pompage.

## III.3.2. Étapes de modélisation et de documentation

1. Relevé des dimensions sur site et analyse des documents historiques disponibles
2. Modélisation 3D des pièces élémentaires sous SolidWorks (pales, moyeu, gouvernail, bielle, arbre, etc.)
3. Création d'assemblages mécaniques et simulation des mouvements
4. Mise en plan avec cotations, vues normalisées, nomenclatures
5. Importation dans SolidWorks Composer pour la création de vues éclatées, instructions de montage, animations
6. Compilation du dossier technique final, incluant tous les documents générés.

### III.3.3. Résultats obtenus

Le processus a permis d'obtenir un dossier technique complet de l'éolienne Aermotor, comprenant :

- Des modèles 3D précis de chaque pièce et de l'assemblage global
- Des plans cotés conformes aux normes techniques
- Des vues éclatées claires avec repères et légendes
- Une animation du fonctionnement du rotor et du mécanisme de pompage.

Ces éléments facilitent la fabrication, l'entretien, la formation, ainsi que la compréhension du principe de fonctionnement de l'éolienne par les différents intervenants.

## III.4. Conclusion :

Ce troisième chapitre a permis de détailler de manière structurée la démarche suivie pour créer un dossier technique complet autour de l'éolienne Aermotor. De l'acquisition des données initiales jusqu'à la génération des supports documentaires, chaque étape a mobilisé des outils adaptés, notamment SolidWorks pour la modélisation 3D et les mises en plan, et SolidWorks Composer pour l'élaboration des contenus de communication technique.

La modélisation des pièces élémentaires, l'assemblage virtuel, la production de plans cotés normalisés ainsi que la génération de vues éclatées et d'animations interactives témoignent d'une approche rigoureuse et professionnelle du processus de documentation technique. Les phases de vérification et de validation ont, quant à elles, assuré la qualité, la cohérence et la conformité des éléments produits.

Enfin, l'étude de cas appliquée à l'éolienne Aermotor a illustré concrètement cette méthodologie en démontrant sa pertinence et son efficacité. Elle a mis en lumière les bénéfices tangibles qu'une documentation bien structurée peut apporter, tant pour la fabrication et la maintenance que pour la transmission de savoirs techniques.

Ainsi, ce chapitre constitue le socle central du mémoire, en articulant les outils numériques de conception avec les exigences pratiques d'un dossier technique opérationnel.

# Chapitre IV :

# Modélisation 3D et assemblage sous SolidWorks

## IV.1. Introduction :

La modélisation 3D est une étape cruciale dans le processus de création de documentation technique, notamment lorsqu'il s'agit de machines mécaniques complexes telles que l'éolienne Aermotor. Dans ce contexte, SolidWorks s'impose comme un outil de référence en ingénierie pour la conception assistée par ordinateur (CAO), permettant de reproduire avec précision les différentes pièces mécaniques et de les assembler virtuellement afin d'en simuler le fonctionnement global.

Ce chapitre vise à présenter en détail le processus de modélisation et d'assemblage des composants de l'éolienne Aermotor pour le pompage d'eau, en s'appuyant sur les données relevées précédemment. L'approche adoptée consiste à modéliser individuellement chaque pièce — telles que les pales, l'arbre, le gouvernail, le système de transmission et la pompe — puis à procéder à leur assemblage selon les spécifications techniques historiques et les principes mécaniques en vigueur.

L'utilisation de SolidWorks permet également de générer des vues éclatées, des animations d'assemblage et des mises en plan techniques indispensables à la constitution du dossier de fabrication et de maintenance. Cette démarche s'inscrit dans les recommandations de l'industrie moderne, où la CAO est au cœur des processus de conception et de documentation technique. **[22]**

## IV.2. SolidWorks : Conception mécanique 3D

SolidWorks est un logiciel de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) largement utilisé dans l'ingénierie mécanique. Il permet la modélisation paramétrique en trois dimensions de composants mécaniques ainsi que leur assemblage virtuel. Dans ce projet, SolidWorks a été utilisé pour réaliser :




- La modélisation 3D des composants de l'éolienne Aermotor, tels que les pales, le rotor, le gouvernail, les engrenages, etc.
- L'assemblage des différentes pièces pour vérifier la compatibilité géométrique et fonctionnelle.
- La génération de plans techniques 2D avec des cotations normalisées pour la fabrication.
- L'exportation des modèles et plans aux formats standardisés (.STEP, .IGES, .DWG, .PDF).
- L'analyse de certaines contraintes de mouvement par le biais d'outils simples de simulation intégrés.

## IV.3. Modélisations des pièces élémentaires :

## IV.3.1. Les éléments de réducteur en 3D :

### IV.3.1.1. Le corps du réducteur :

Le corps de réducteur est le bâti ou enveloppe extérieure du réducteur mécanique. Il forme la structure principale qui contient et protège tous les éléments internes du réducteur (engrenages, arbres, paliers, lubrifiants, etc.).

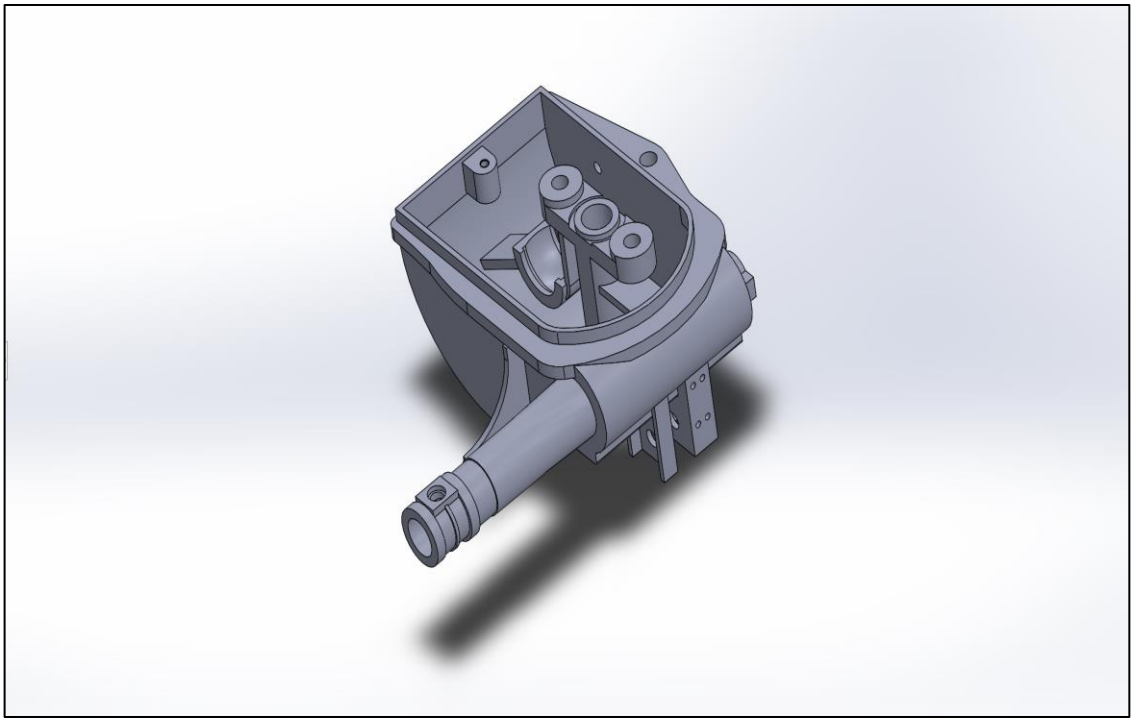


**Figure IV.1:** le corps du réducteur

## Rôle du corps de réducteur :

- Protection mécanique : Il isole les organes internes contre la poussière, l'humidité, les chocs et autres agressions extérieures.

- Support des composants : Il sert de support rigide pour le montage des arbres, roulements et engrenages.

- Maintien de l'alignement : Il garantit le bon positionnement et l'alignement des pièces internes, ce qui est essentiel pour le bon fonctionnement et la longévité du réducteur.

- Contenant du lubrifiant : Il est souvent conçu pour retenir l'huile ou la graisse utilisée pour lubrifier les engrenages.

### IV.3.1.2. LE MOYEU :

Le moyeu d'une éolienne est la pièce centrale située entre les pales et l'arbre de transmission. Sur l'éolienne Aermotor, il s'agit d'un composant métallique robuste, conçu pour fixer les pales (ou ailes) et transmettre leur mouvement de rotation au reste du mécanisme (réducteur, générateur ou pompe).

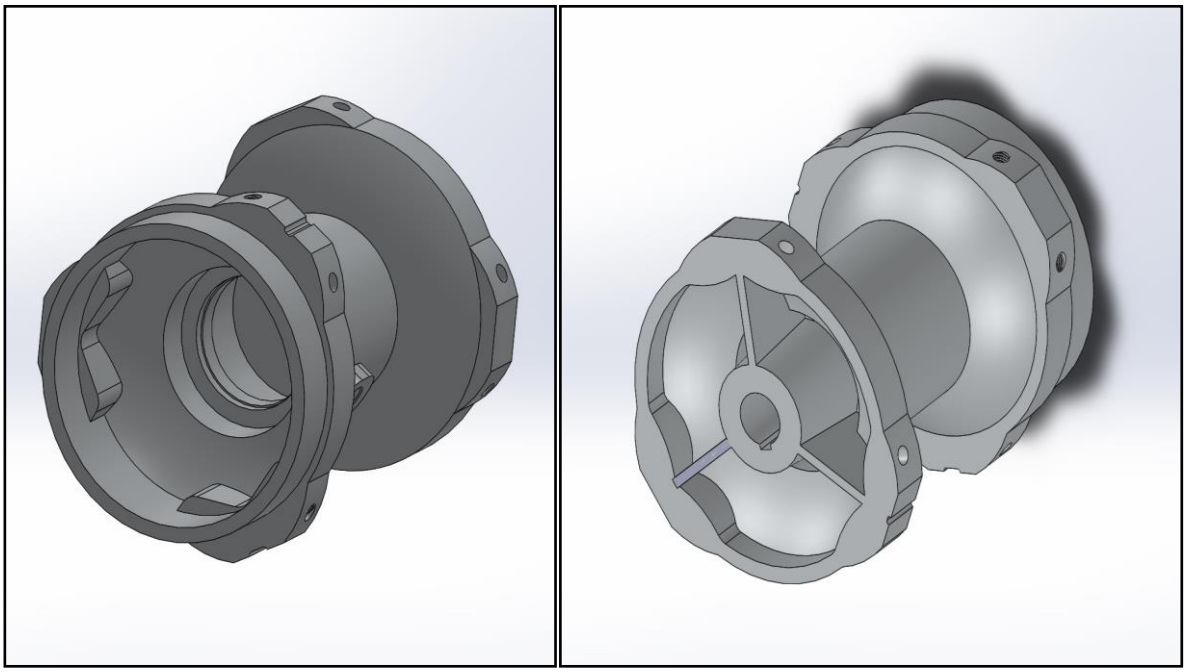


**Figure IV.2:** Le moyeu

### Rôle du moyeu

1. Support des pales : Le moyeu assure la liaison mécanique entre les pales et l'arbre principal.

2. Transmission de la rotation : Il transmet le mouvement rotatif généré par le vent capté sur les pales au reste du système mécanique.

3. Répartition des efforts : Il permet de répartir les forces exercées par le vent sur les pales de manière équilibrée pour éviter les déséquilibres.

4. Sécurité et stabilité : Il assure une fixation rigide et stable des pales pour résister aux conditions climatique

### IV.3.1.3. L'arbre principale :

L’arbre principal de l’éolienne Aermotor est un élément mécanique cylindrique rotatif situé entre le moyeu des pales et le mécanisme de transmission (souvent une pompe à eau). Il permet la transmission du couple mécanique généré par la rotation des pales sous l’action du vent.



**Figure IV.3 :** l'arbre de l'éolienne

Rôle

- Transmettre l’énergie mécanique des pales vers la pompe.
- Supporter les efforts de torsion et de flexion générés par le vent.
- Maintenir l’alignement des composants tournants de l’éolienne (pales, moyeu, engrenages).
- Assurer une rotation fluide et continue du système.

### IV.3.1.4. Le pignon :

Le pignon est une roue dentée de petit diamètre qui entre en contact avec une roue plus grande. Dans l'éolienne Aermotor, le pignon fait partie du système d'engrenage qui transmet le mouvement de rotation de l'arbre principal vers un mécanisme de levage ou de pompage.

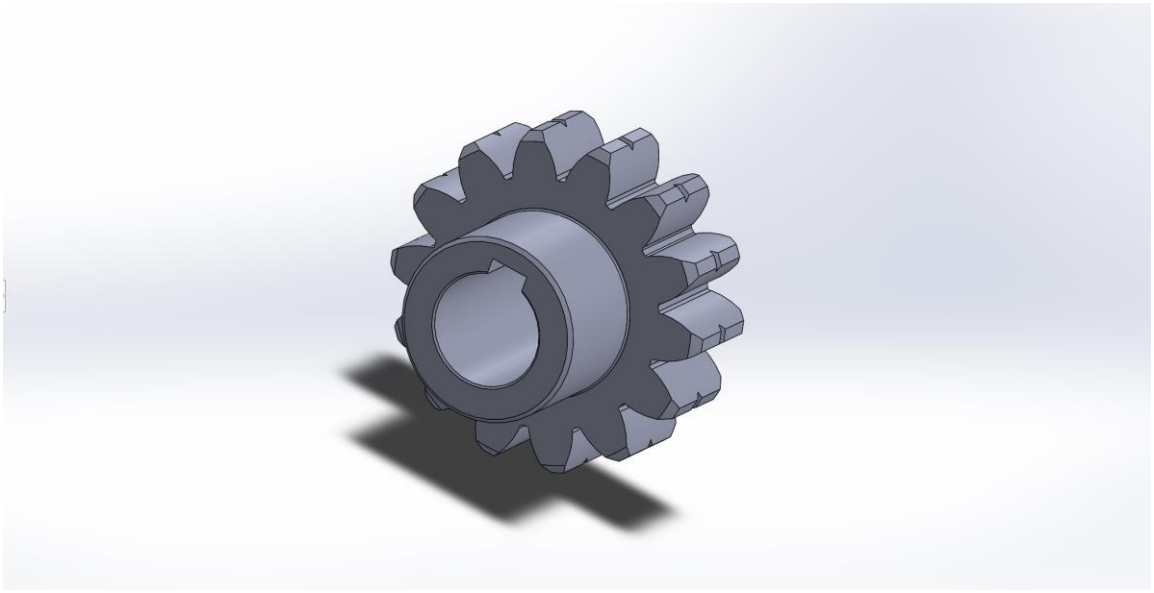


**Figure IV.4 :** le pignon

Rôle

- Adapter le couple transmis pour actionner une pompe mécanique.
- Assurer un engrènement fiable et constant avec la roue menante ou menée.
- Participer à la réduction ou à l'augmentation de la vitesse de rotation selon le rapport d'engrenage.

## IV.3.1.5. La bague d'arbre :

La palier lisse est un élément mécanique de forme annulaire, généralement en métal, placée entre l'arbre principal et les pignons dans le mécanisme de transmission de l'éolienne Aermotor.

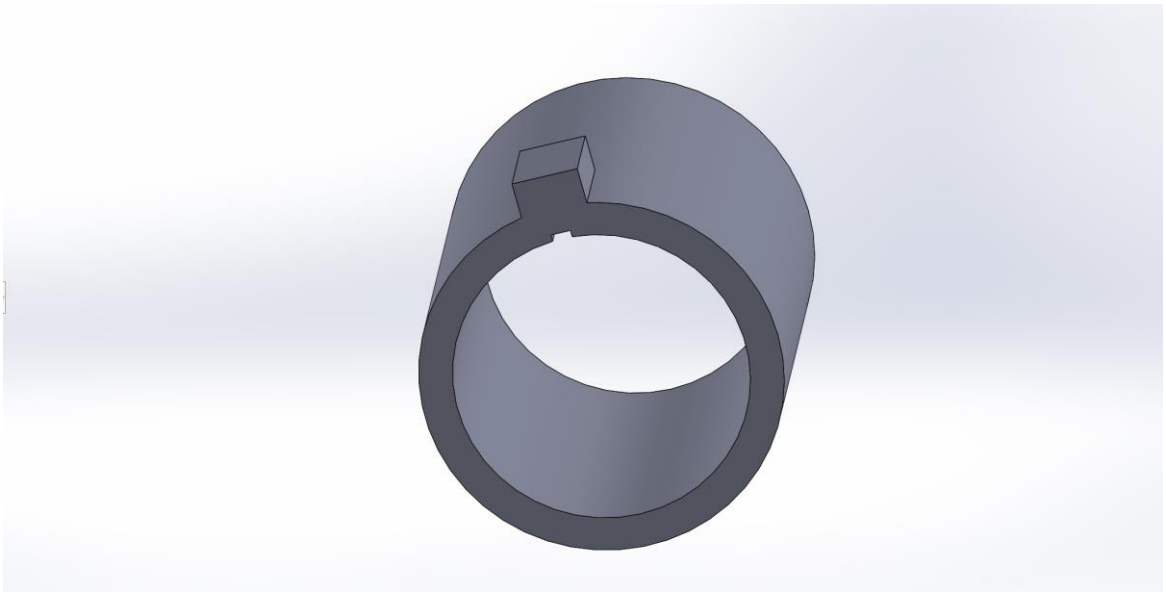


**Figure IV.5:** la bague d'arbre

## Rôle de la bague

- Assure la liaison mécanique entre l'arbre et les pignons tout en permettant une rotation fluide.
- Réduit l'usure due au frottement direct entre les pièces en rotation.
- Sert parfois de douille de calage ou de centrage pour maintenir les composants bien alignés.
- Peut agir comme élément de sécurité en cas de surcharge mécanique (bague fusible).
- Favorise le montage et le démontage facile des pignons sur l'arbre.

### IV.3.1.6. Roue dentée :

La roue dentée menée est un composant de l'engrenage qui reçoit le mouvement de la roue motrice (ou pignon moteur). Elle tourne sous l'action du couple transmis par l'engrènement, permettant la réduction de la vitesse et l'augmentation du couple mécanique dans le système de transmission.

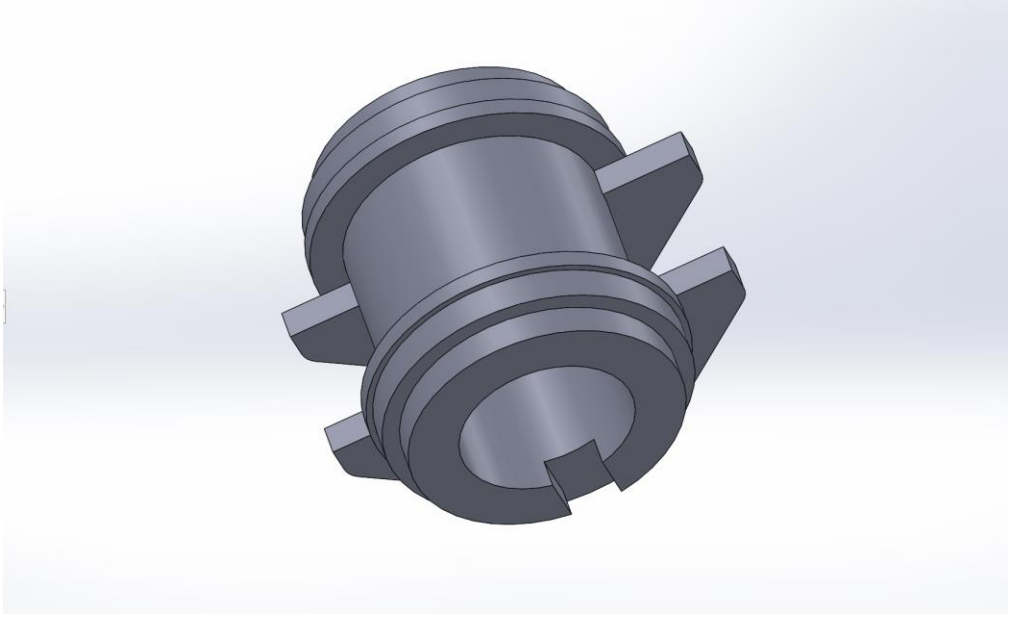


**Figure IV.6:** la roue d'entée

Rôle *:*

- Réduire la vitesse de rotation transmise par l'arbre moteur.
- Augmenter le couple mécanique pour faire fonctionner la pompe ou tout autre mécanisme de l'éolienne.
- Assurer une transmission fluide, précise et durable du mouvement.

### IV.3.1.7. Le palier lisse de la roue dentée :



- **Figure IV.7** : le plier lisse de la roue dentée

### IV.3.1.8. La bielle :

La bielle est un organe mécanique de liaison qui transmet le mouvement de rotation (du roue dentée) en un mouvement alternatif (de va-et-vient) vers la pompe à piston.



**Figure IV.8** : la bielle

### Rôle *:*

- Convertir le mouvement rotatif de l’arbre en mouvement alternatif linéaire.
- Permettre un fonctionnement fluide et régulier de la pompe à eau.

## IV.3.1.9. Poulie coulissante :

Organe mécanique assure la liaison entre la bielle et l'axe pliée et assure la continuité du mouvement alternatif du bielle à la tige de la pompe à piston.

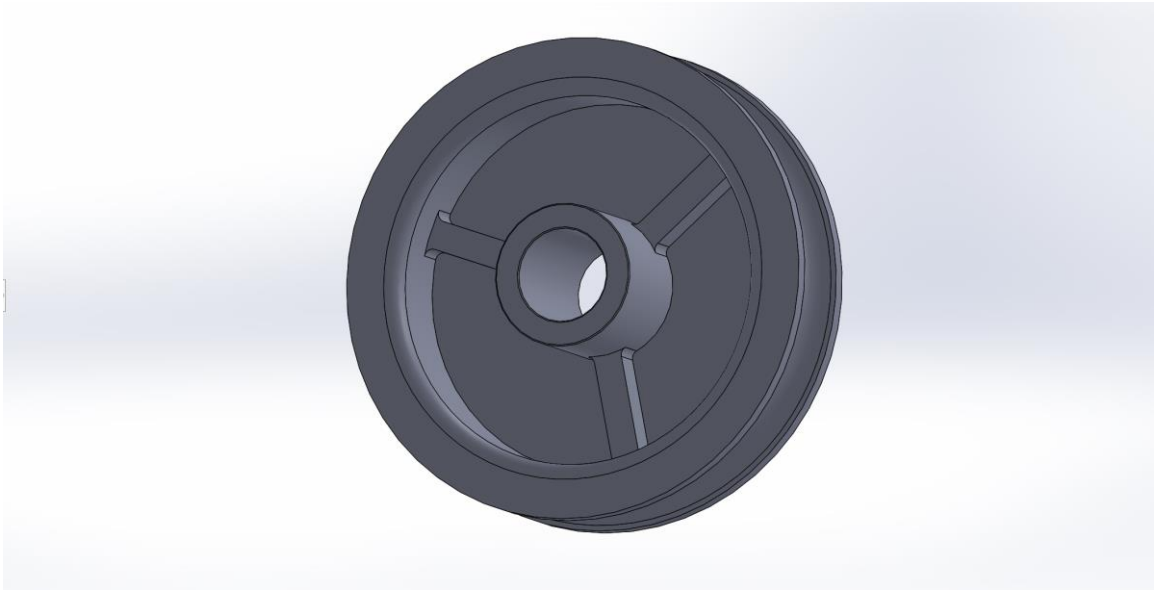


**Figure IV.9 :** poulie coulissante

## Rôle :

- Continuité du mouvement alternatif de la bielle à la tige du pompe à piston.
- Assurer l'alignement des deux bielles.

## IV.3.1.10. Le palliée lisse :

Dispositif monté sur l'arbre de la poulie coulissante et attache la tige de la pompe à piston

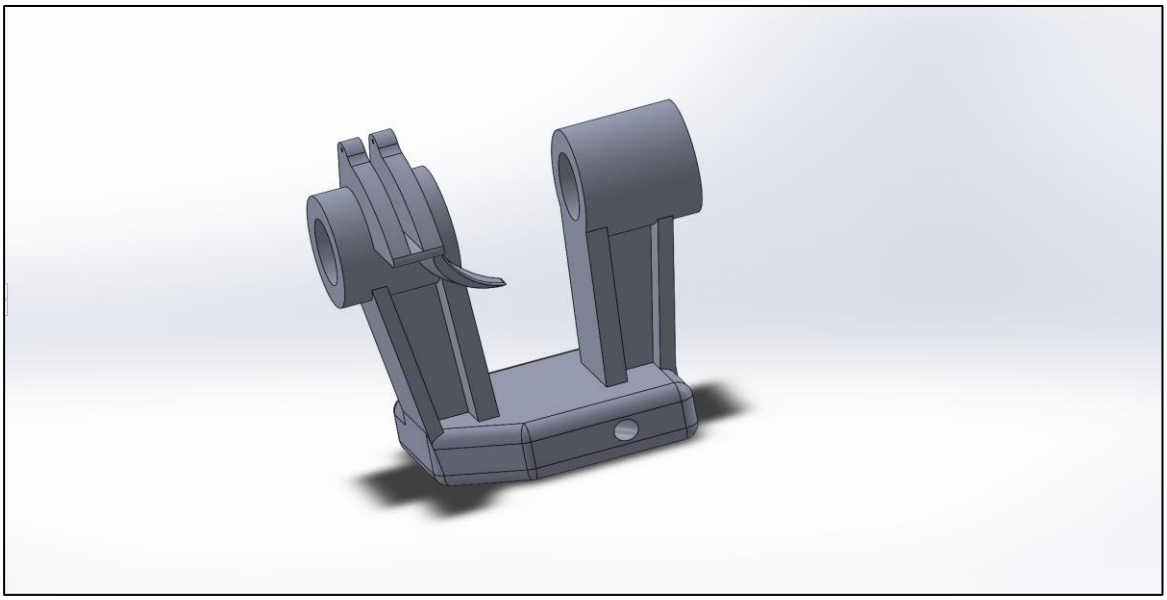


**Figure IV.10 :** le palier lisse

## Rôle :

- Actionner la tige de la pompe à piston.

## IV.3.2. Les éléments du pylône :

### IV.3.2.1. La toure :

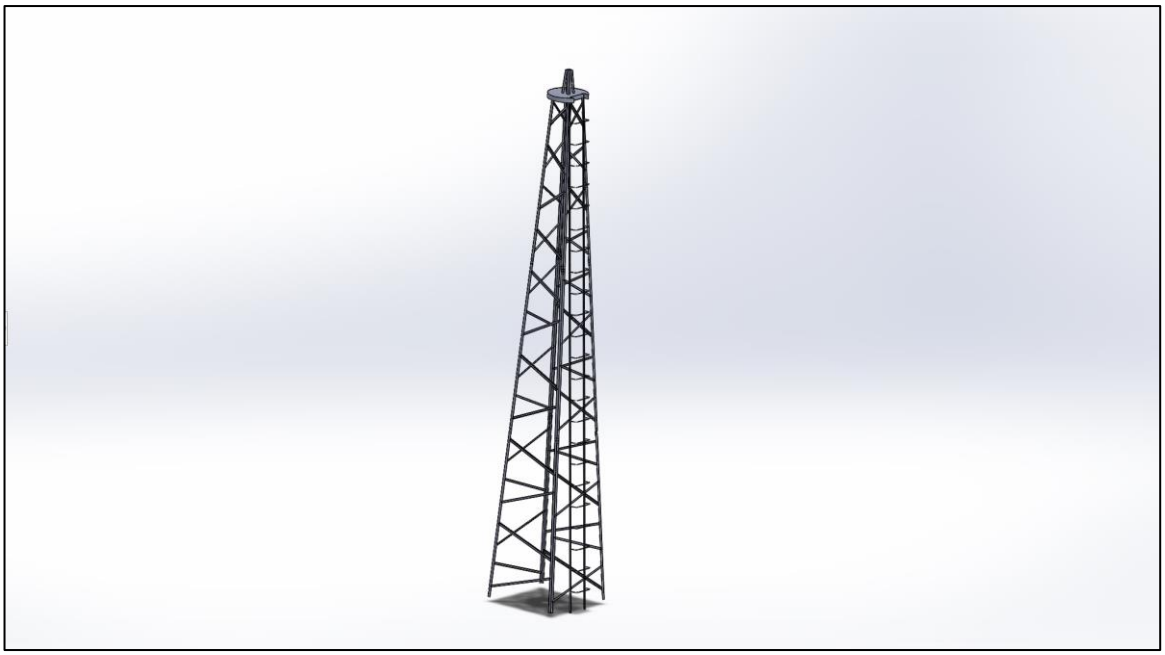


**Figure IV.11 :** La toure

### IV.3.2.2. Le mat :

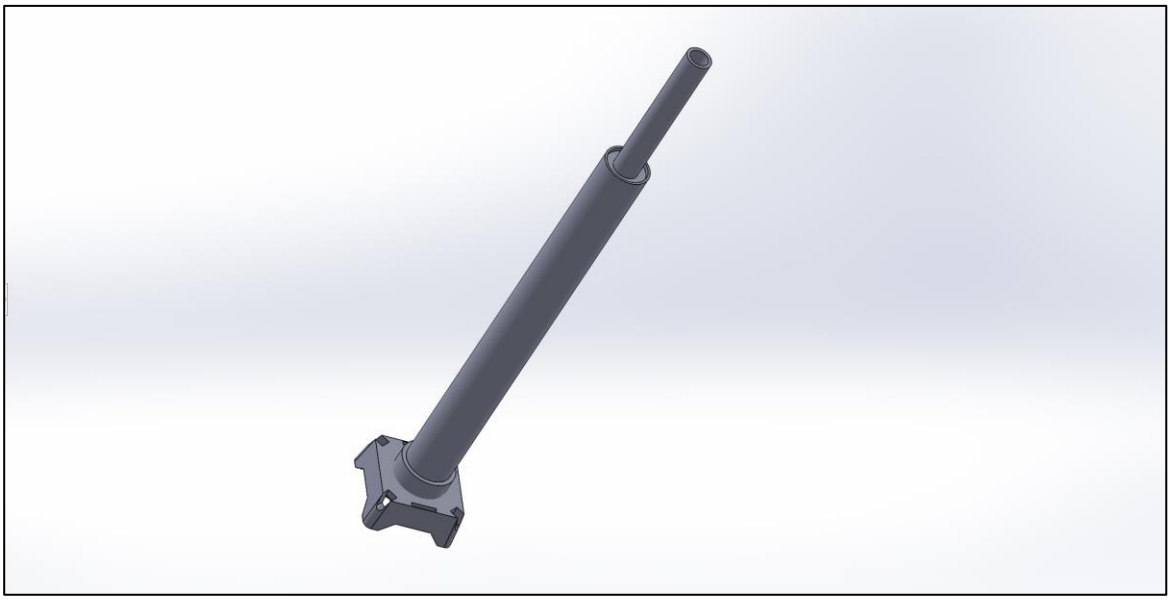


**Figure IV.12** : le mat

### IV.3.2.3. La table :

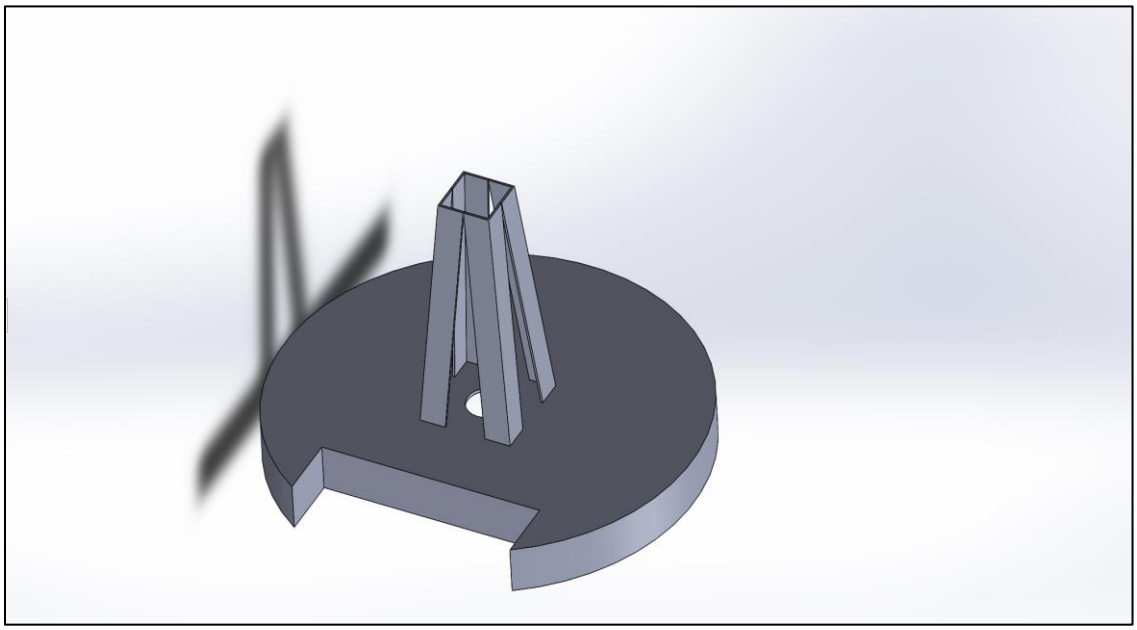


**Figure IV.13 :** la table

### IV.3.2.4. L'escalier :

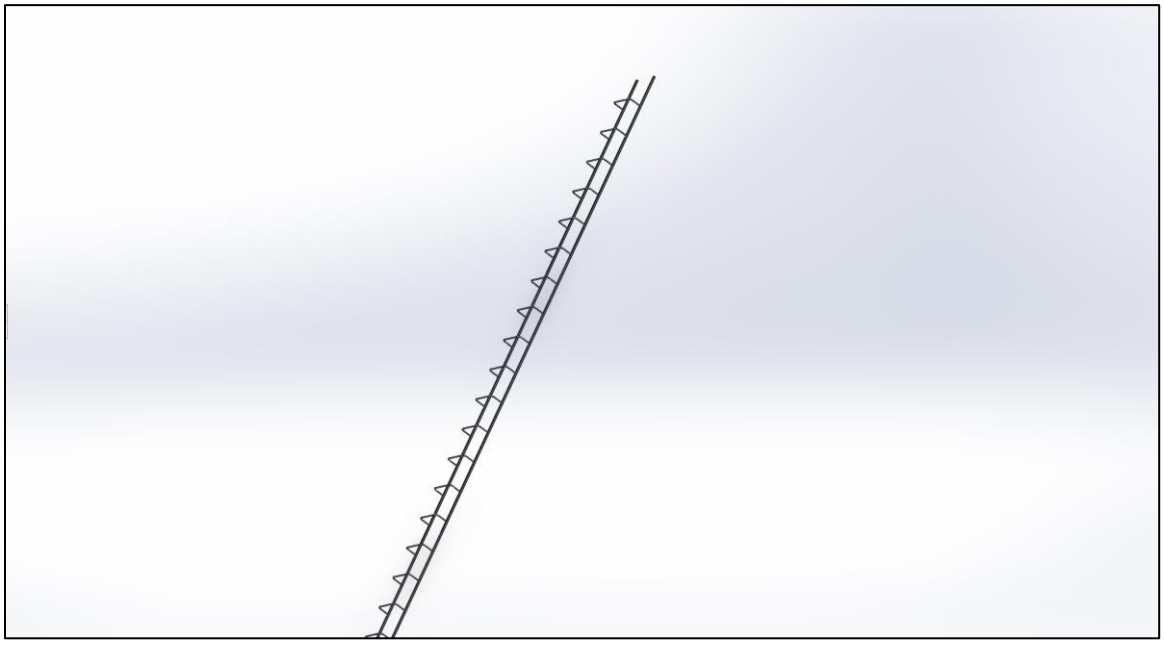


**Figure IV.14 :** l'éscalier

### IV.3.3. Les composants de la pompe à piston :

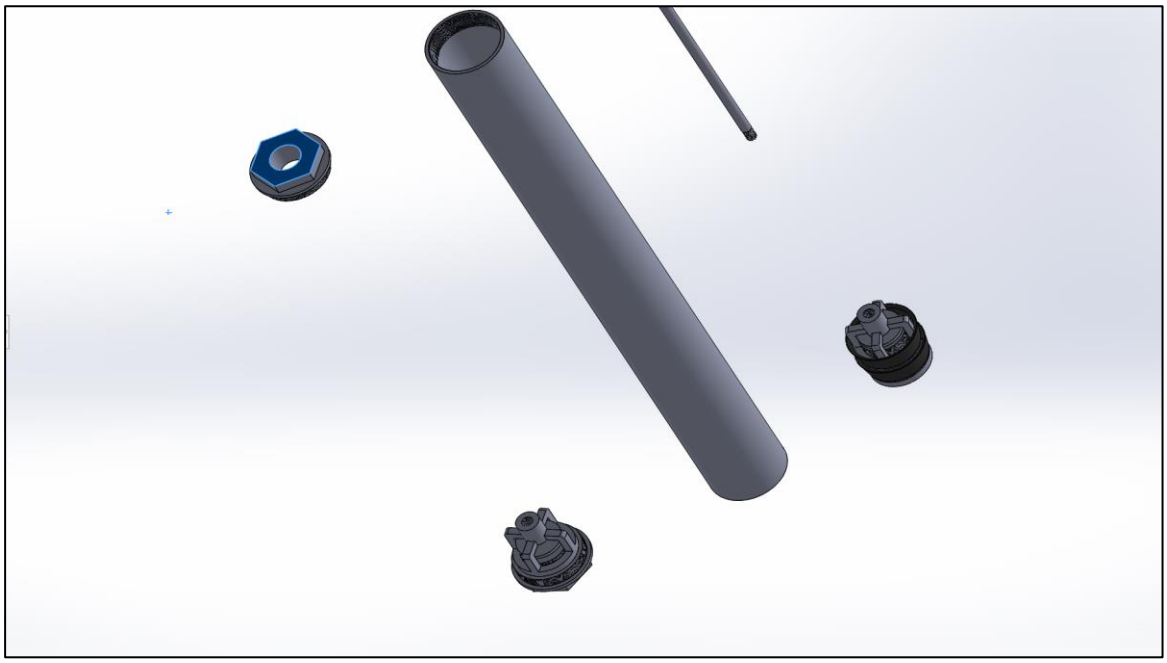


**Figure IV.15 :** Les composants de la pompe à piston

### IV.3.4. Les pièces de système d'orientation :

### IV.3.4.1. Le gouvernail :

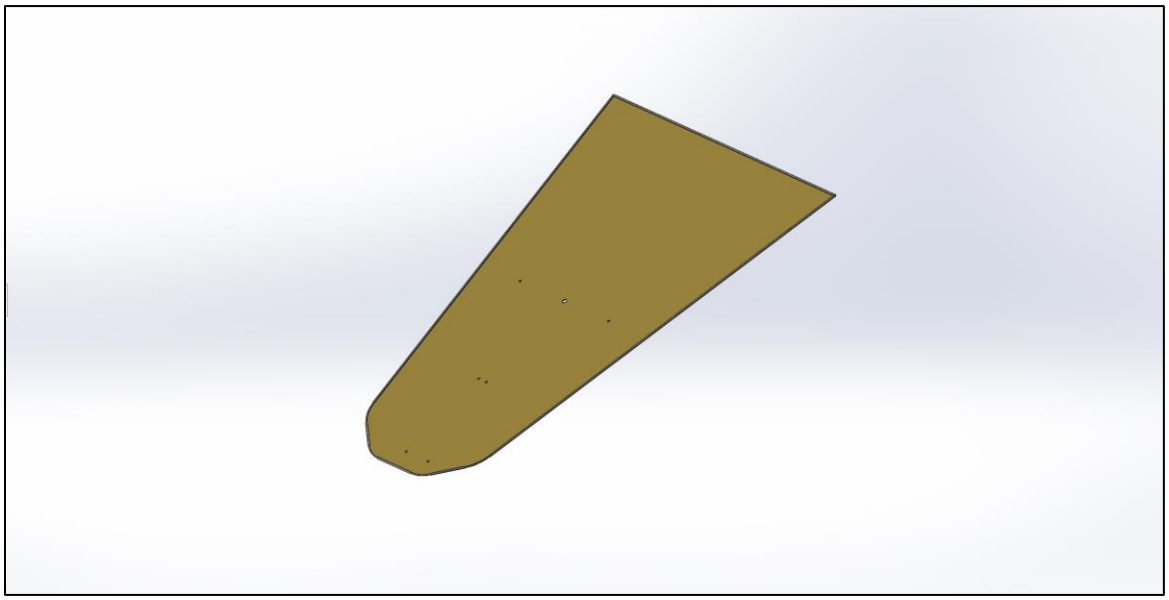


**Figure IV.16** : le gouvernail

### IV.3.4.2. L'axe du gouvernail :

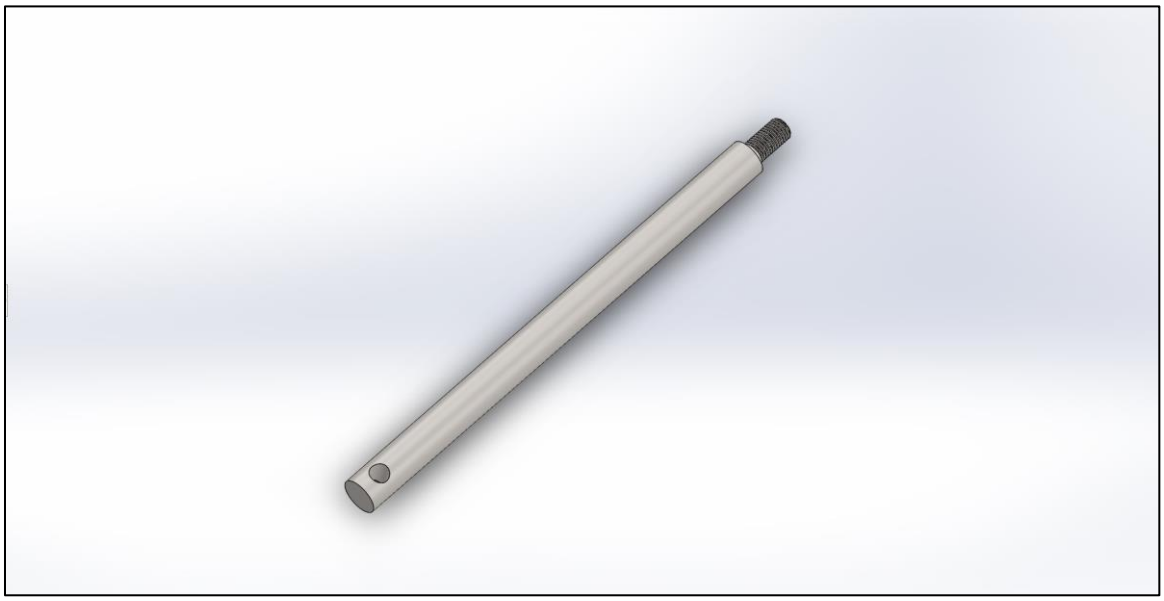


**Figure IV.17 :** l'axe du gouvernail

### IV.3.4.3. Les bras d'articulation du gouvernail :

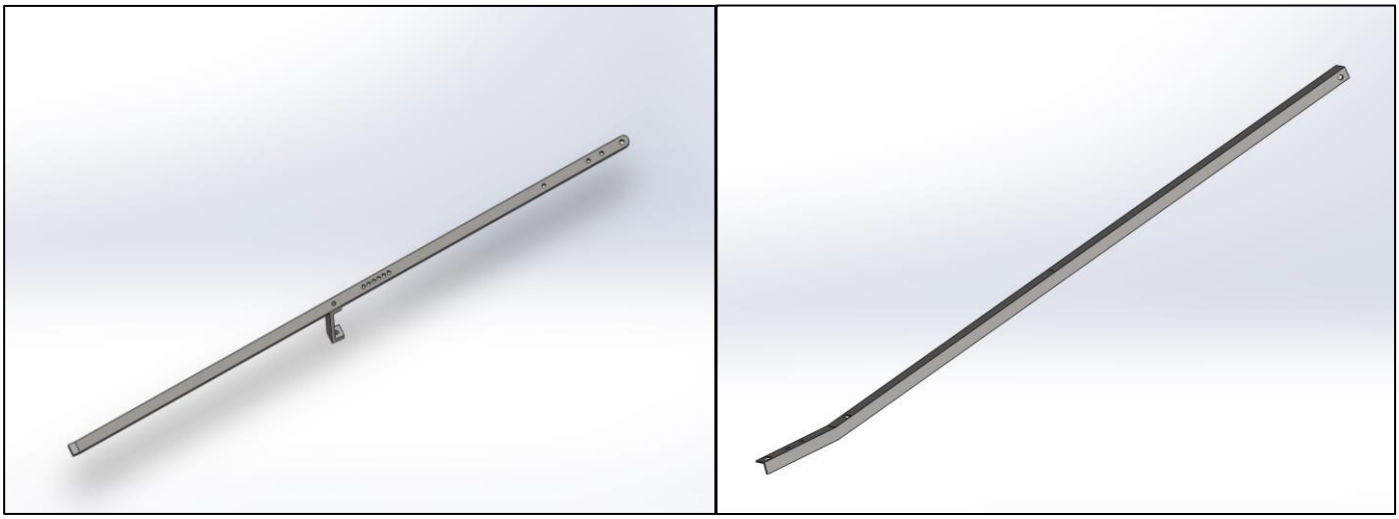


**Figure IV.18 :** bras d'articulation du gouvernail

### IV.3.4.4. Le ressort de rappel :

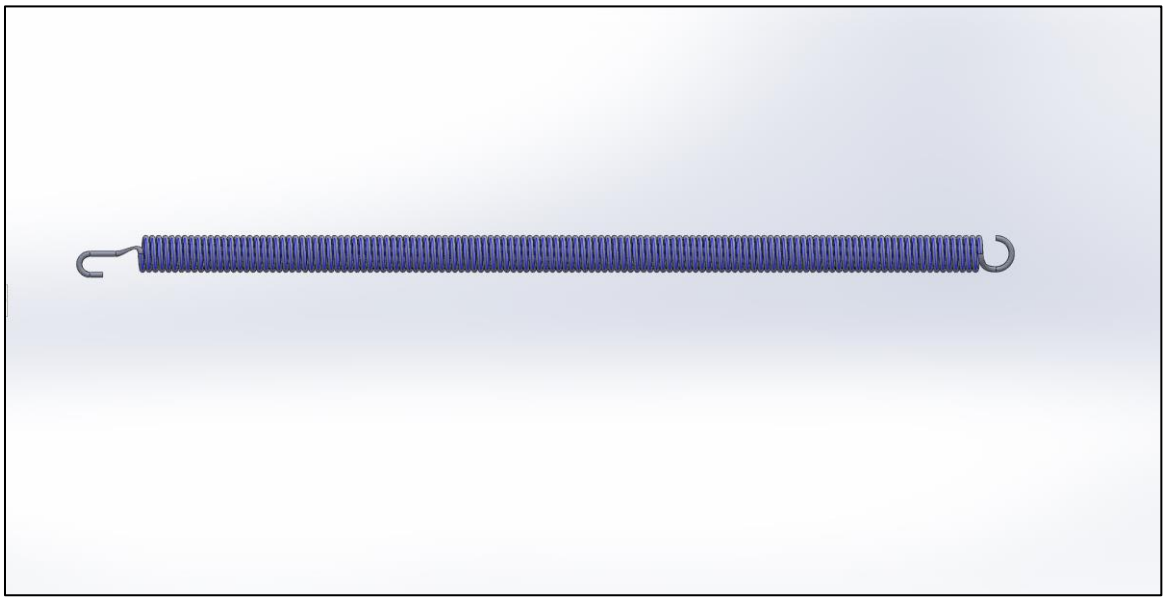


**Figure IV.19 :** le ressort de rappel

## IV.3.5. Les composants de système de freinage :

### IV.3.5.1. Les corps de freinage :

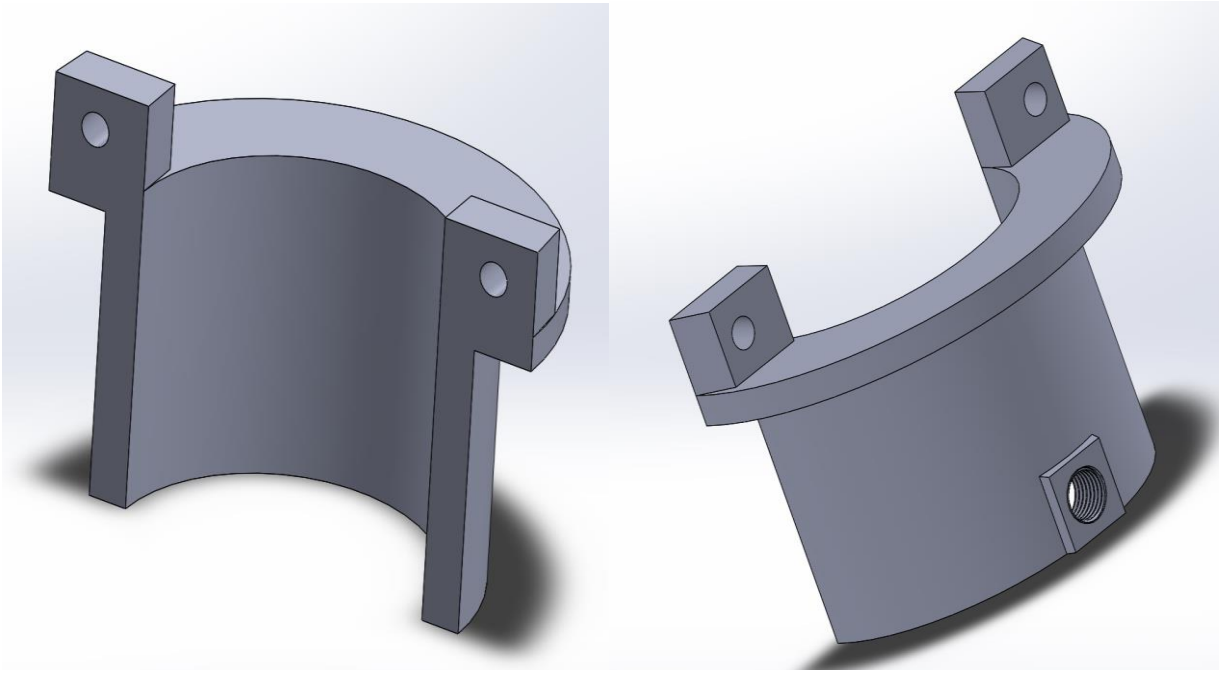


**Figure IV.20 :** les deux corps de freinage

### IV.3.5.2. Le bride de fixation du cable frein :

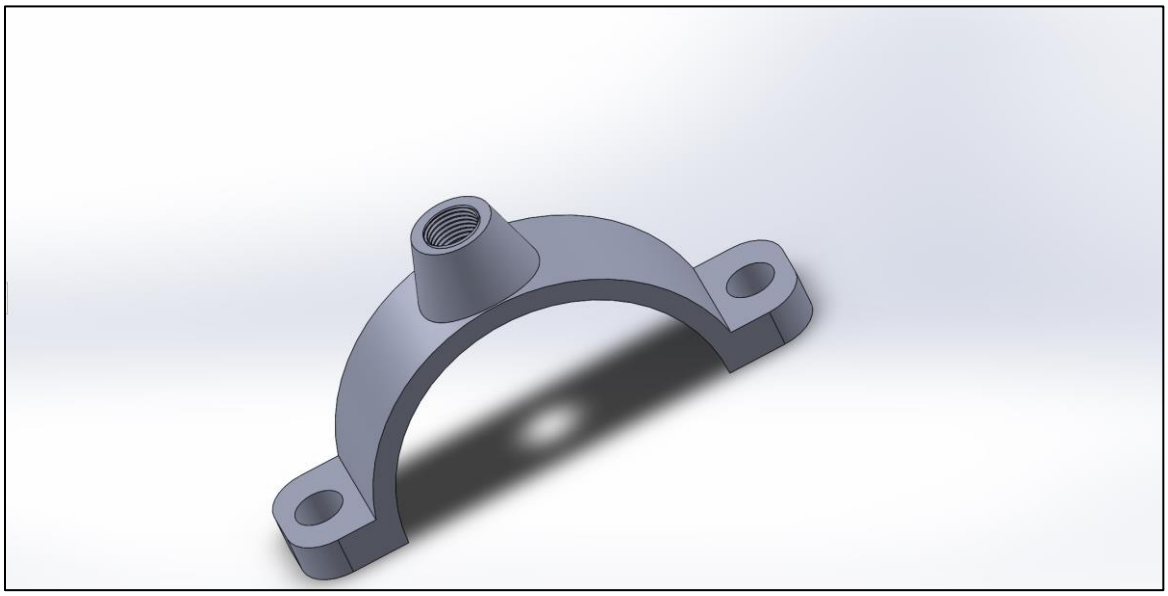


**Figure IV.21 :** le bride

## IV.4. L'assemblage des éléments de l'éolienne :

### IV.4.1. Le réducteur :



**Figure IV.22 :** assemblage réducteur

## IV.4.2. Le rotor :

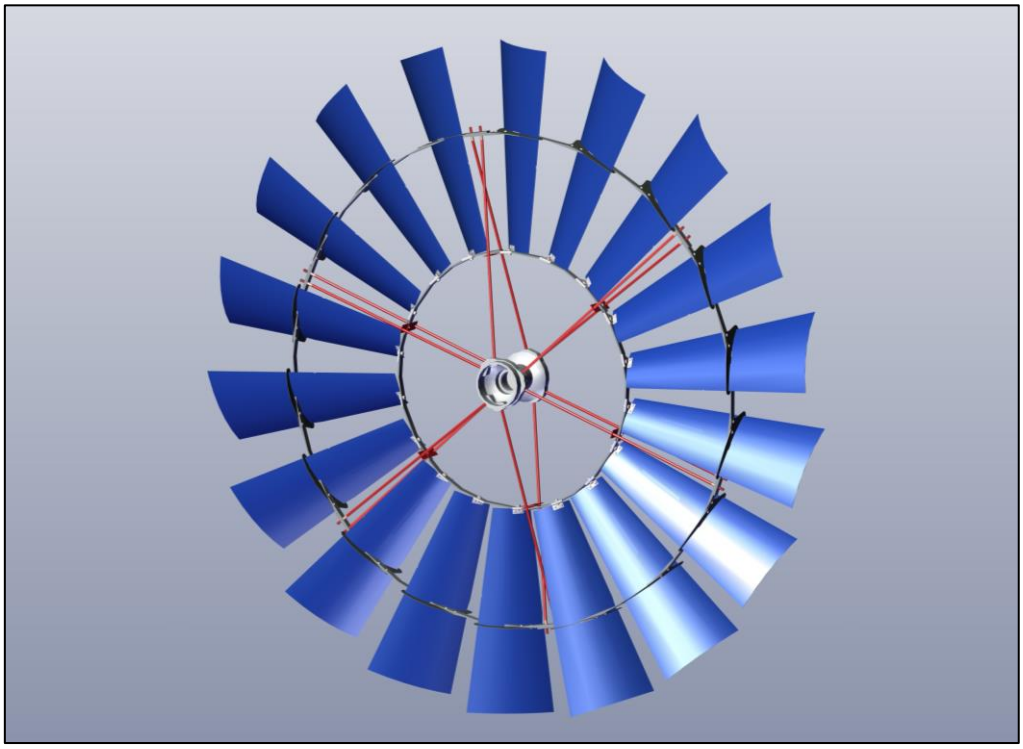


**Figure IV.23 :** assemblage rotor

## IV.4.3. L'assemblage du système d'orientation :

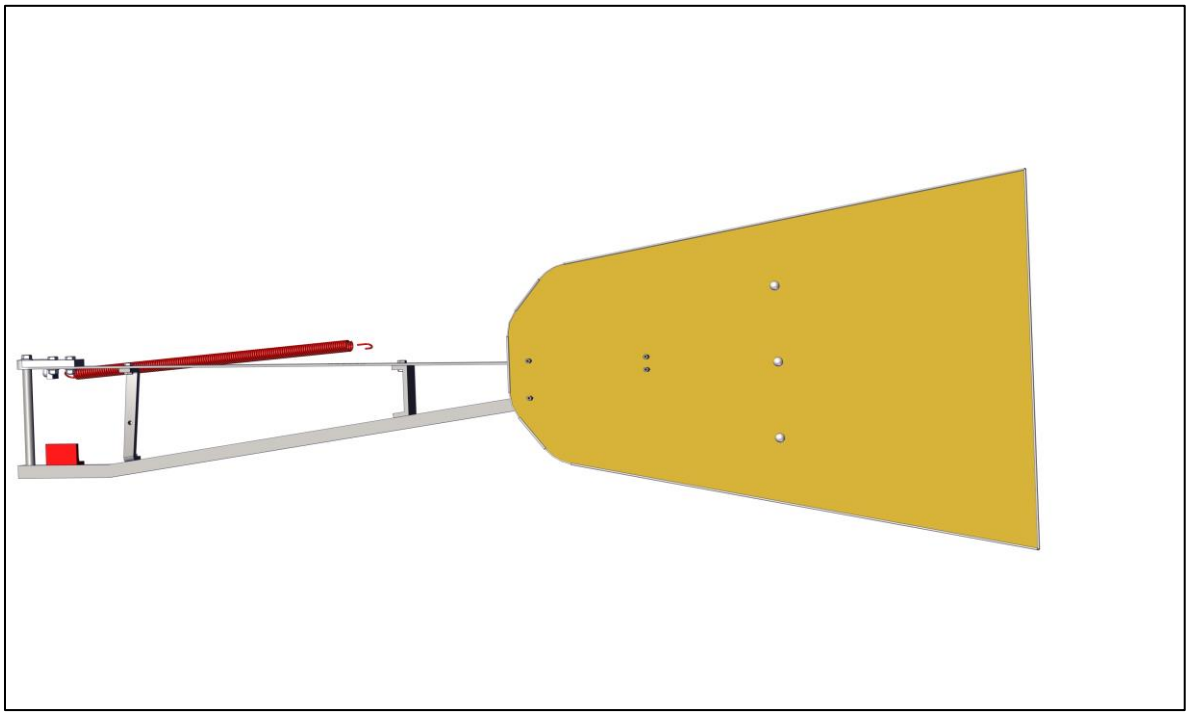


**Figure IV.24 :** système d'orientation

### IV.4.4. Le système de freinage :

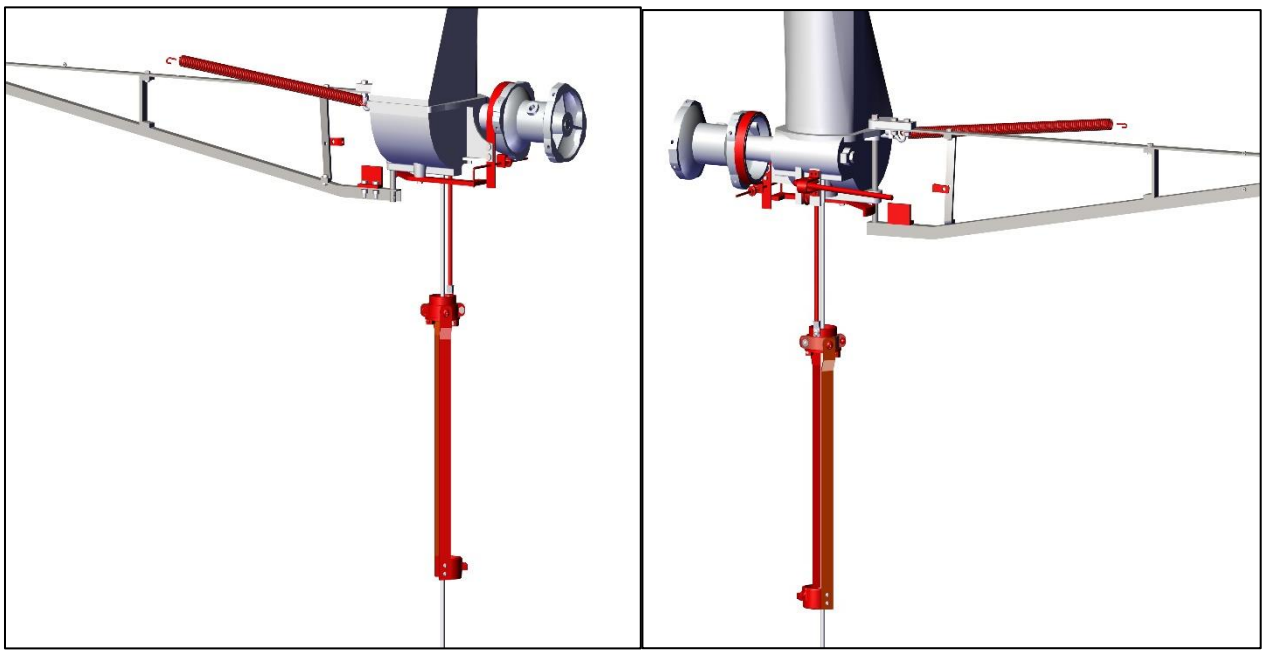


**Figure IV.25** : assemblage système de frein

### IV.4.5. Assemblage de la partie charpente :

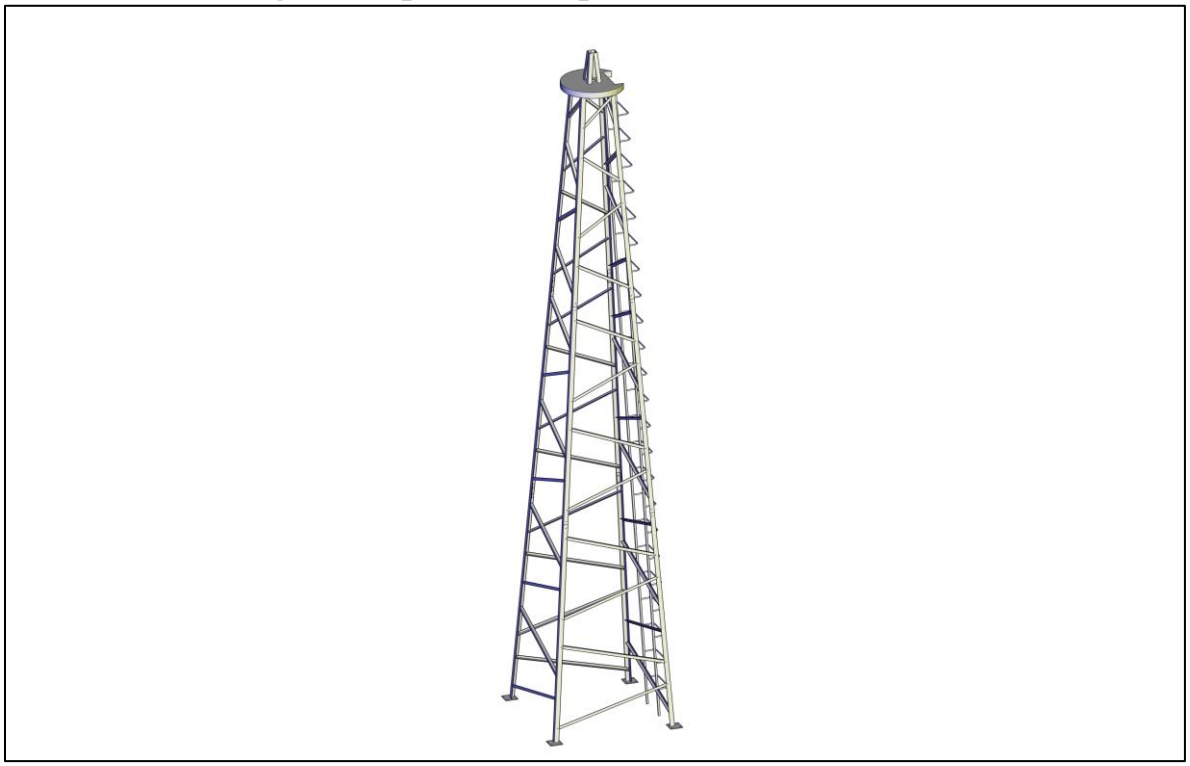


**Figure IV. 26 :** assemblage de la partie charpente

## IV.5. Conclusion :

Ce chapitre a permis de présenter en détail le processus de modélisation 3D et d'assemblage des composants de l'éolienne Aermotor à l'aide du logiciel SolidWorks. Grâce à une approche rigoureuse et méthodique, chaque pièce a été reproduite fidèlement en tenant compte des dimensions relevées et des contraintes fonctionnelles.

L'environnement de conception paramétrique de SolidWorks a facilité la gestion des modifications, l'intégration des pièces dans des assemblages cohérents, ainsi que la détection d'éventuelles interférences mécaniques. Les fonctionnalités avancées telles que les relations d'assemblage, les configurations et les vues éclatées ont permis de modéliser de manière réaliste le fonctionnement global de l'éolienne.

Ce travail de modélisation a constitué une base solide pour la génération de la documentation technique et a permis de visualiser de manière claire et interactive les principes de fonctionnement du système. Il démontre l'importance d'un outil de CAO performant dans le cadre de projets techniques complexes, tout en assurant une traçabilité et une qualité documentaire professionnelle.

# Chapitre V :

# Création de la documentation technique

## V.1 Introduction

La documentation technique occupe une place centrale dans le cycle de vie d'un produit industriel. Elle constitue le vecteur principal de transmission des informations techniques entre les différents acteurs du projet — bureaux d'études, ateliers de fabrication, techniciens de maintenance et utilisateurs finaux. En ingénierie mécanique, la qualité et la clarté de la documentation influencent directement l'efficacité de l'assemblage, la reproductibilité des produits, la sécurité d'utilisation, ainsi que la maintenance préventive et corrective.

L'utilisation de l'outil SolidWorks Composer s'inscrit dans cette logique de valorisation de la CAO, en permettant la génération de contenus techniques interactifs (vues éclatées, instructions animées, illustrations vectorielles, etc.) directement à partir des modèles 3D sans perturber le travail des concepteurs. L'approche adoptée ici s'appuie sur des standards industriels de documentation (ISO 7200, ISO 128) et sur les bonnes pratiques recommandées dans la littérature spécialisée en ingénierie documentaire. **[23]**

## V.2. Définition du dossier technique :

Un dossier technique est un ensemble structuré de documents qui décrivent en détail un produit, un système ou un projet technique. Il sert à documenter toutes les étapes de la conception à la réalisation, et à garantir que le produit final est conforme aux exigences techniques, réglementaires et fonctionnelles.

### V.2.1. Contenu typique d'un dossier technique :

- Description du produit ou du système
- Plans et schémas techniques
- Choix de conception et justification
- Liste des matériaux et composants utilisés
- Procédures de fabrication, d'assemblage et de maintenance
- Analyse des risques et respect des normes
- Tests et essais

### V.2.2. Utilité d'un dossier technique

- Communication claire entre concepteurs, fabricants, installateurs et utilisateurs.
- Traçabilité des choix techniques pour un suivi ou une amélioration future.
- Base de référence pour les contrôles qualité, certifications, ou maintenance.
- Conformité légale dans certains domaines industriels ou réglementés.

## V.3 SolidWorks Composer :

SolidWorks Composer est un outil complémentaire à SolidWorks, destiné à la création de documentation technique à partir des modèles 3D. Il permet de produire des supports de communication visuelle clairs, précis et adaptés aux besoins de fabrication, de montage et de maintenance.

**SolidWorks Composer est utilisé pour :**

- Créer des vues éclatées (explosées) pour illustrer l'assemblage ou le démontage des composants.
- Générer des illustrations vectorielles pour les manuels d'utilisation et les fiches techniques.
- Produire des vues en coupe pour représenter des détails internes des pièces mécaniques.
- Élaborer des séquences animées montrant le fonctionnement ou l'entretien de l'éolienne.
- Exporter des contenus dans différents formats (SVG, PNG, PDF, AVI) utilisables dans des rapports ou interfaces web.

L'un des avantages majeurs de SolidWorks Composer réside dans sa capacité à refléter automatiquement les modifications apportées au modèle 3D dans la documentation. Cela garantit une cohérence constante entre la conception et les supports techniques produits.

## V.4. Nomenclature :

## V.4.1 : Nomenclature de l'éolienne complet

| Description | BOM ID | Qté |
|---|---|---|
| Arbre | 3 | 1 |
| AXE de band de frein | 2 | 1 |
| Axe des pignon | 4 | 1 |
| axe du gouvernaille | 13 | 1 |
| AXE DU POULIE COULISSANTE | 1 | 1 |
| axe plier | 14 | 1 |
| bague d'arbre | 15 | 1 |
| bande de frein | 16 | 1 |
| bielle | 17 | 2 |
| bride de système de freinage | 18 | 2 |
| cable | 19 | 1 |
| cerçeau | 20 | 12 |
| cornière (gouver) NV | 21 | 1 |
| cornière 60x60x6x250 | 22 | 8 |
| CORPS DE FREINAGE | 5 | 2 |
| couvercle de reducteur | 23 | 1 |
| crocher | 24 | 1 |
| CYLINDRE DE BRAS DE FREIN | 6 | 1 |
| escalier | 25 | 1 |
| Fer plat (2) | 7 | 2 |
| fer plat (gouver) | 26 | 1 |
| fixation du cable frein | 27 | 1 |
| fixation du cable frein - Copie | 28 | 1 |
| fixation le gouverneil | 29 | 1 |
| frein axe pidale de frein | 30 | 1 |
| gouvernail | 31 | 1 |
| hex flange nut gradea_iso | 32 | 11 |
| hex nut gradec_ | 33 | 24 |
| hex screw gradeab fine_iso | 34 | 6 |
| hex screw gradeab_ | 35 | 7 |
| hex screw gradec_din | 36 | 18 |
| hex thin nut chamfered gradeab_iso | 37 | 5 |
| Hélice 2 | 8 | 18 |
| la table | 38 | 1 |
| LE mat | 9 | 1 |
| moyeu | 39 | 1 |
| moyeu de l'axe du moyeu | 40 | 1 |
| moyeu des roues d'entées | 41 | 1 |
| nervure d'hélice | 42 | 18 |
| palier | 43 | 1 |
| PETITE PIGNON | 10 | 2 |
| pidale de freinnage | 44 | 1 |
| pié du pylon | 45 | 4 |
| poulie coulissante | 46 | 1 |
| poulie de guidage de cabel de frein | 47 | 2 |
| pylone partie | 48 | 3 |
| reducteur (système de freinage) | 49 | 1 |
| ressort 2 | 50 | 1 |
| rivet 01_din | 51 | 3 |
| rivet 02_din | 52 | 78 |
| roue dentée | 53 | 2 |
| socket button head screw_iso | 54 | 9 |
| suport de frein pédale | 55 | 1 |
| support (gouver) | 56 | 1 |
| support de poulie de guidages cabe de frein | 57 | 1 |
| support pour helice | 58 | 18 |
| TIGE DE CHAPEAU | 11 | 1 |
| tige de renforcement | 59 | 12 |
| Tige du pompe à piston | 12 | 1 |
| tompon de chock | 60 | 1 |

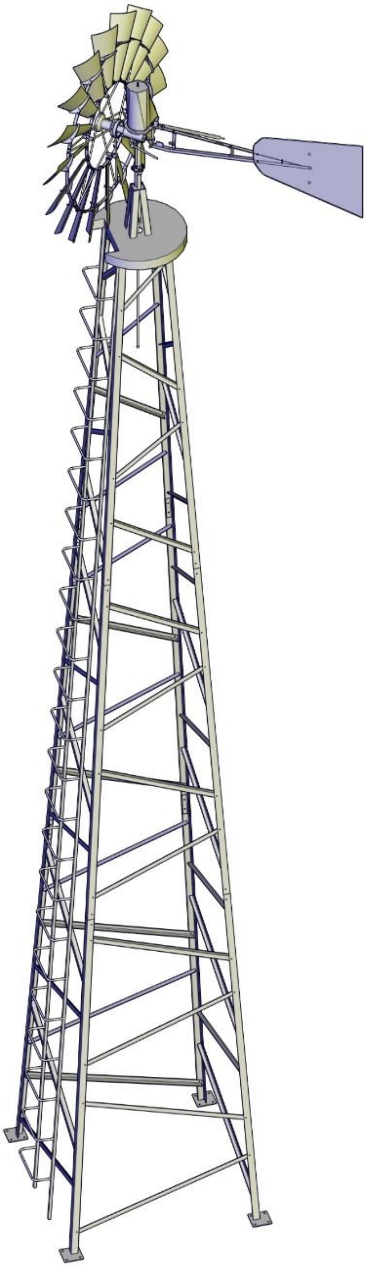


**Figure V.1 :** nomenclature de l'éolienne complet

## V.4.2. Nomenclature des sous ensemble :

### V.4.2.1. Le réducteur

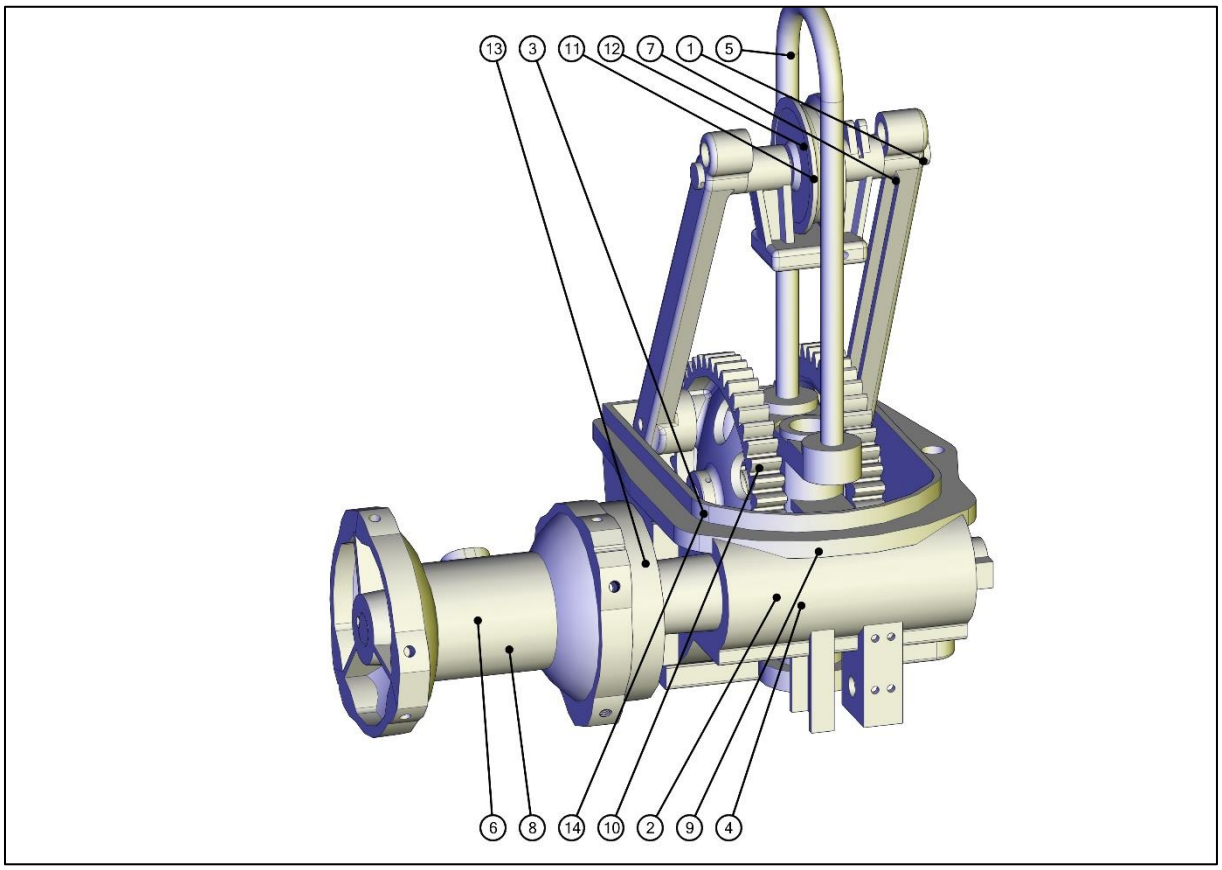



**Figure V.2:** Réducteur

**Tableau V.1:** les éléments du réducteur

| Description | BOM ID | Qté |
|---|---|---|
| Arbre | 2 | 1 |
| Axe des pignon | 3 | 1 |
| AXE DU POULIE COULISSANTE | 1 | 1 |
| axe plier | 5 | 1 |
| bague d'arbre | 6 | 1 |
| bielle | 7 | 2 |
| moyeu | 8 | 1 |
| moyeu de l'axe du moyeu | 9 | 1 |

| Description | BOM ID | Qté |
|---|---|---|
| moyeu des roues d'entées | 10 | 1 |
| palier | 11 | 1 |
| PETITE PIGNON | 4 | 2 |
| poulie coulissante | 12 | 1 |
| reducteur (système de freinage) | 13 | 1 |
| roue dentée | 14 | 2 |

### V.4.2.2. Le rotor

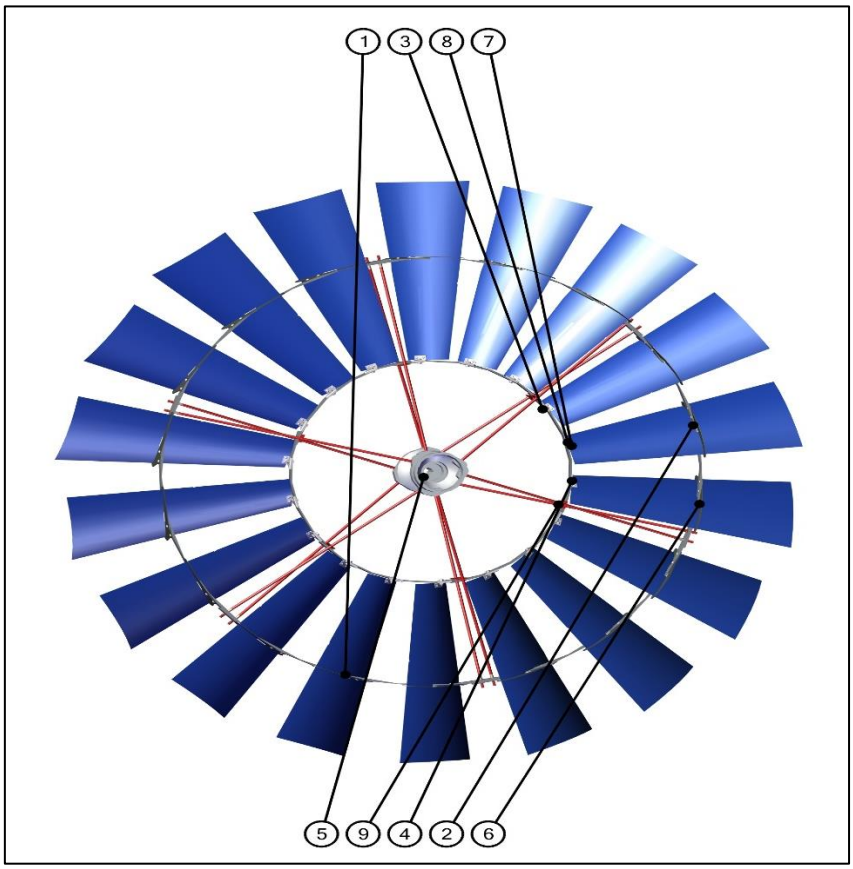



**Figure V.3:** rotor

**Tableau V.2 :** les éléments du rotor

| Description | BOM ID | Qté |
|---|---|---|
| cerçeau | 2 | 12 |
| hex nut gradec_din | 3 | 18 |
| hex screw gradec_din | 4 | 18 |
| Hélice 2 | 1 | 18 |
| moyeu | 5 | 1 |

| Description | BOM ID | Qté |
|---|---|---|
| nervure d'hélice | 6 | 18 |
| rivet 02_din | 7 | 78 |
| support pour helice | 8 | 18 |
| tige de renforcement | 9 | 12 |

## V.4.2.3. Le gouvernail :

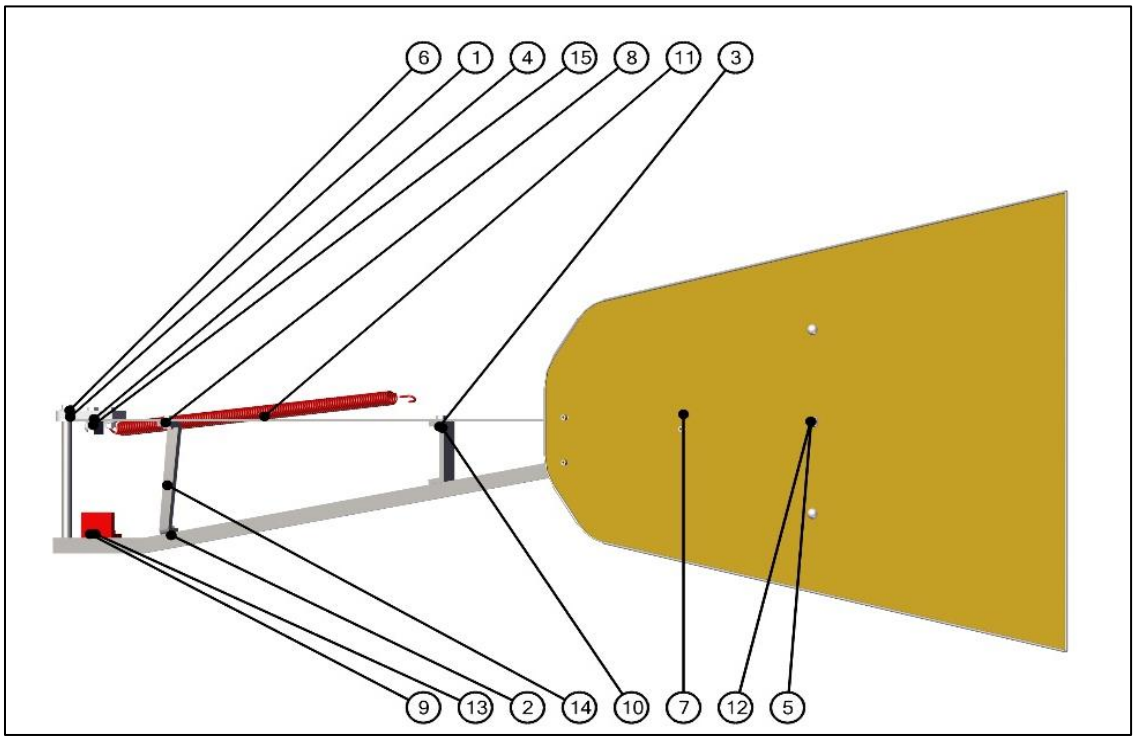



**Figure V.4:** le gouvernail

**Tableau V.3 :** les éléments du gouvernail

| Description | BOM ID | Qté |
|---|---|---|
| axe du gouvernaille | 1 | 1 |
| cornière (gouver) NV | 2 | 1 |
| fer plat (gouver) | 3 | 1 |
| fixation le gouverneil | 4 | 1 |
| gouvernail | 5 | 1 |
| hex flange nut gradea_iso | 6 | 5 |
| hex nut gradec_din | 7 | 4 |
| hex screw gradeab fine_iso | 8 | 3 |

| Description | BOM ID | Qté |
|---|---|---|
| hex screw gradeab_din | 9 | 4 |
| hex thin nut chamfered gradeab_iso | 10 | 3 |
| ressort 2 | 11 | 1 |
| rivet 01_din | 12 | 3 |
| suport de frein pédale | 13 | 1 |
| support (gouver) | 14 | 1 |
| tompon de chock | 15 | 1 |

## V.4.2.4. Le système de freinage :

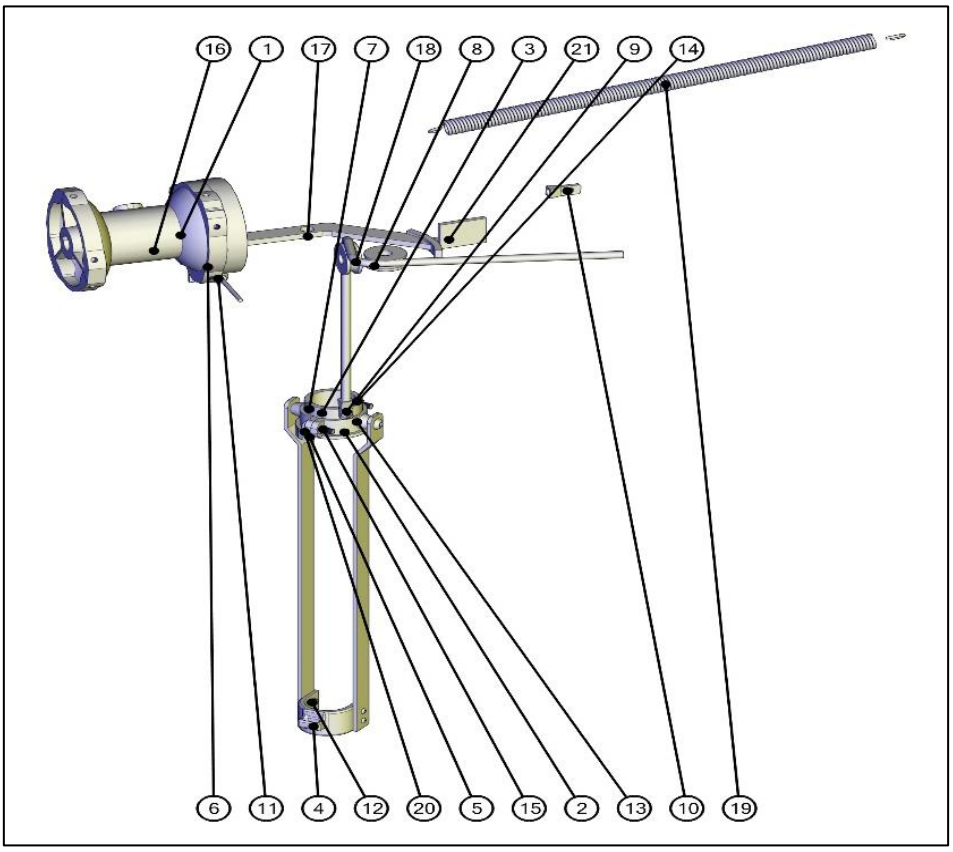



**Figure V.5:** le système de freinage

**Tableau V.4 :** les éléments du système de freinage

| Description | BOM ID | Qté |
|---|---|---|
| AXE de band de frein | 1 | 1 |
| bande de frein | 6 | 1 |
| bride de système de freinage | 7 | 2 |
| cable | 8 | 1 |
| CORPS DE FREINAGE | 2 | 1 |
| CORPS DE FREINAGE 2 | 3 | 1 |
| CYLINDRE DE BRAS DE FREIN | 4 | 1 |
| Fer plat (2) | 5 | 2 |
| fixation du cable frein | 9 | 1 |
| fixation du cable frein - Copie | 10 | 1 |
| frein axe pidale de frein | 11 | 1 |
| hex flange nut gradea_iso | 12 | 4 |
| hex nut gradec_iso | 13 | 2 |
| hex screw gradeab fine_iso | 14 | 2 |
| hex thin nut chamfered gradeab_iso | 15 | 2 |
| moyeu | 16 | 1 |
| pidale de freinnage | 17 | 1 |
| poulie de guidage de cabel de frein | 18 | 2 |
| ressort 2 | 19 | 1 |
| socket button head screw_iso | 20 | 9 |
| suport de frein pédale | 21 | 1 |

## V.4.2.5. Pompe à piston

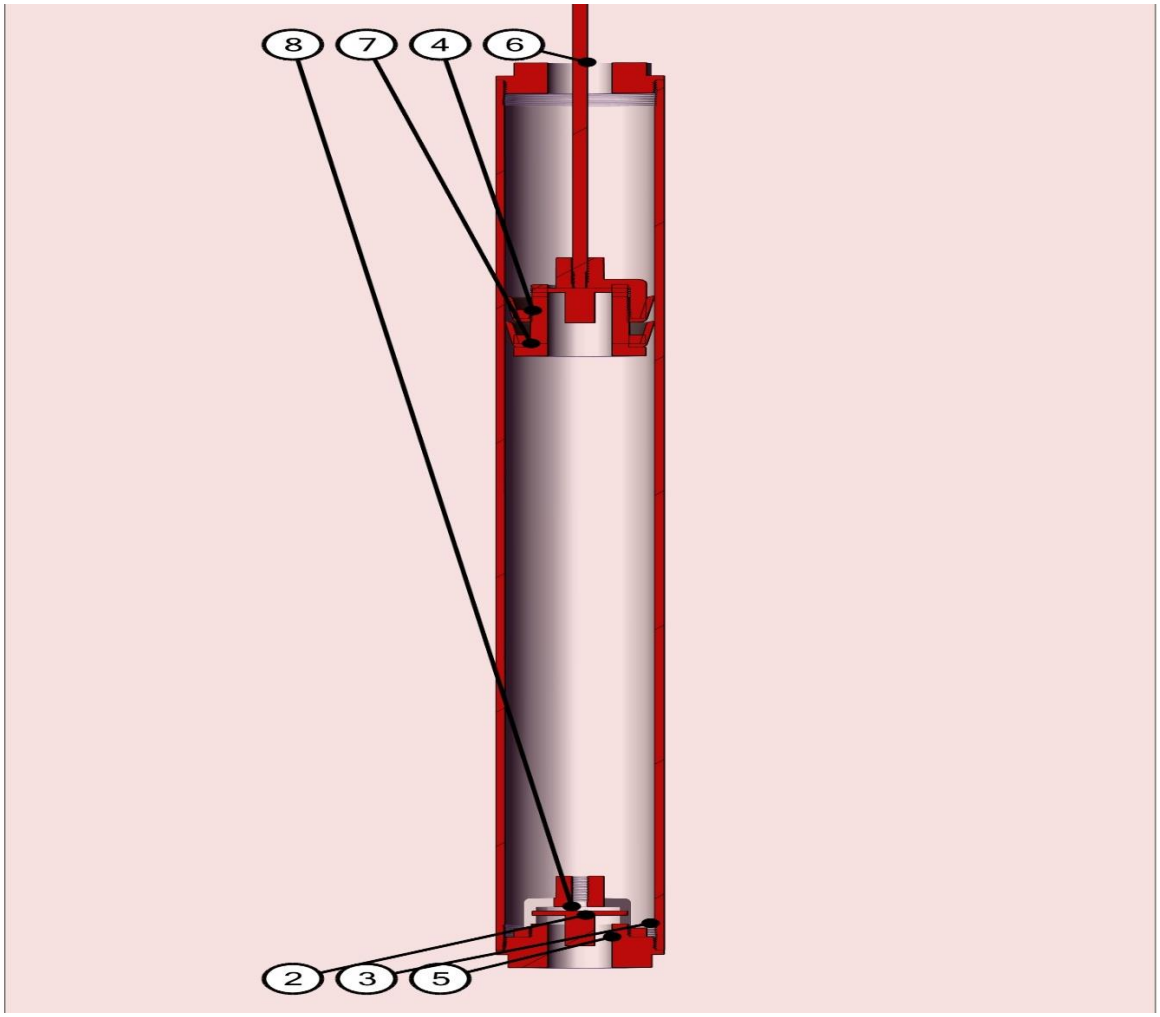



**Tableau V.5 :** les éléments du système de la pompe à piston

| Description | BOM ID | Qté |
|---|---|---|
| clapet | 2 | 2 |
| corp de la pompe | 3 | 1 |
| corp inferieur du piston | 4 | 2 |
| ferméture du bas du pompe | 5 | 1 |
| ferméture du tete du pompe | 6 | 1 |
| joint | 7 | 2 |
| piston | 8 | 2 |

## V.4.2.6. La tour (pylône)

| Description | BOM ID | Qté |
|---|---|---|
| cornière 60x60x6x250 | 2 | 8 |
| escalier | 3 | 1 |
| la table | 4 | 1 |
| LE mat | 1 | 1 |
| pié du pylon | 5 | 4 |
| pylone partie | 6 | 3 |




**Figure V.6:** la tour

## V.5. Création des vues éclatées :

### V.5.1. Vue éclatée de l'éolienne :

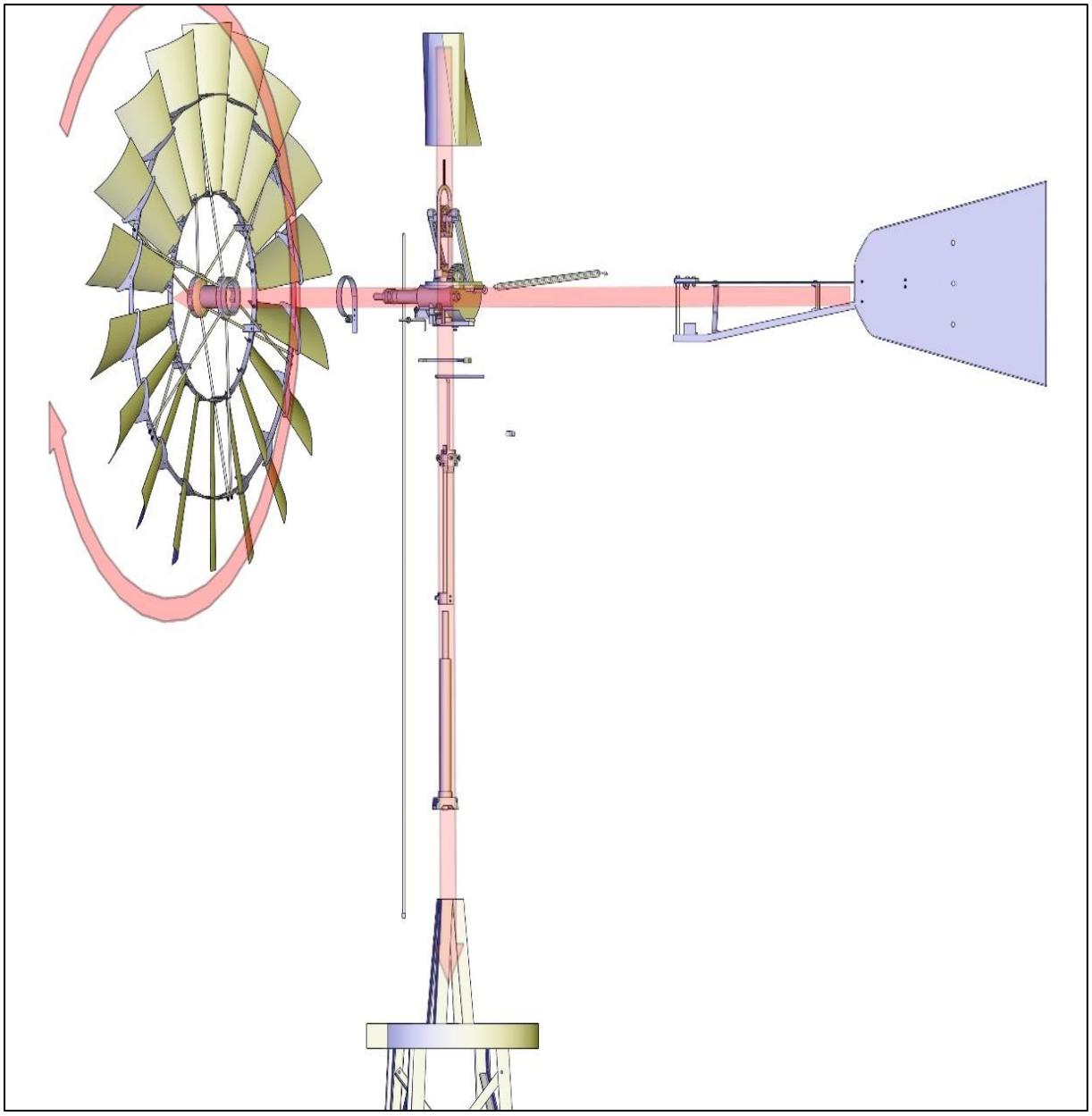


**Figure V.7:** vue éclatée de l'éolienne

## V.5.2. Vue éclatée du réducteur :

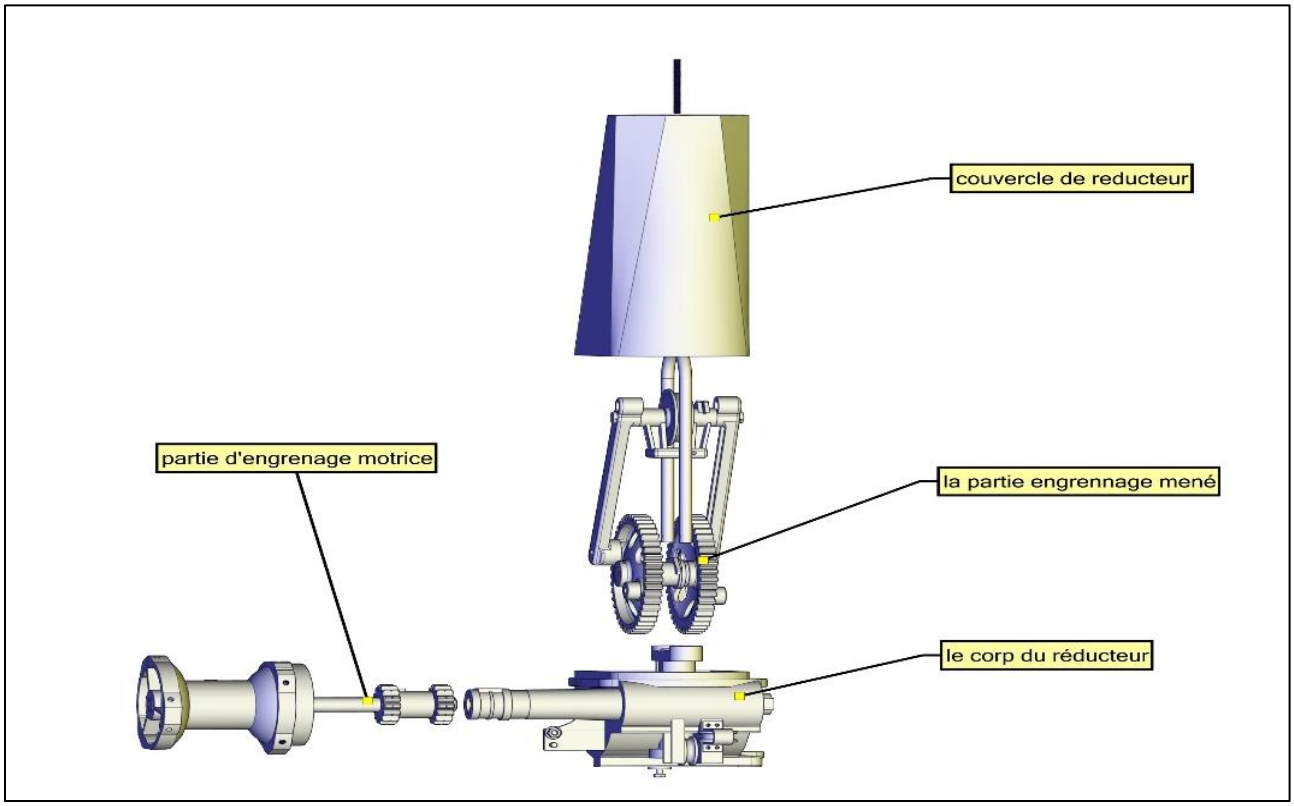



**Figure V.8:** vue éclatée du réducteur

## V.5.3. Vue éclatée de La partie d'engrenage motrice :

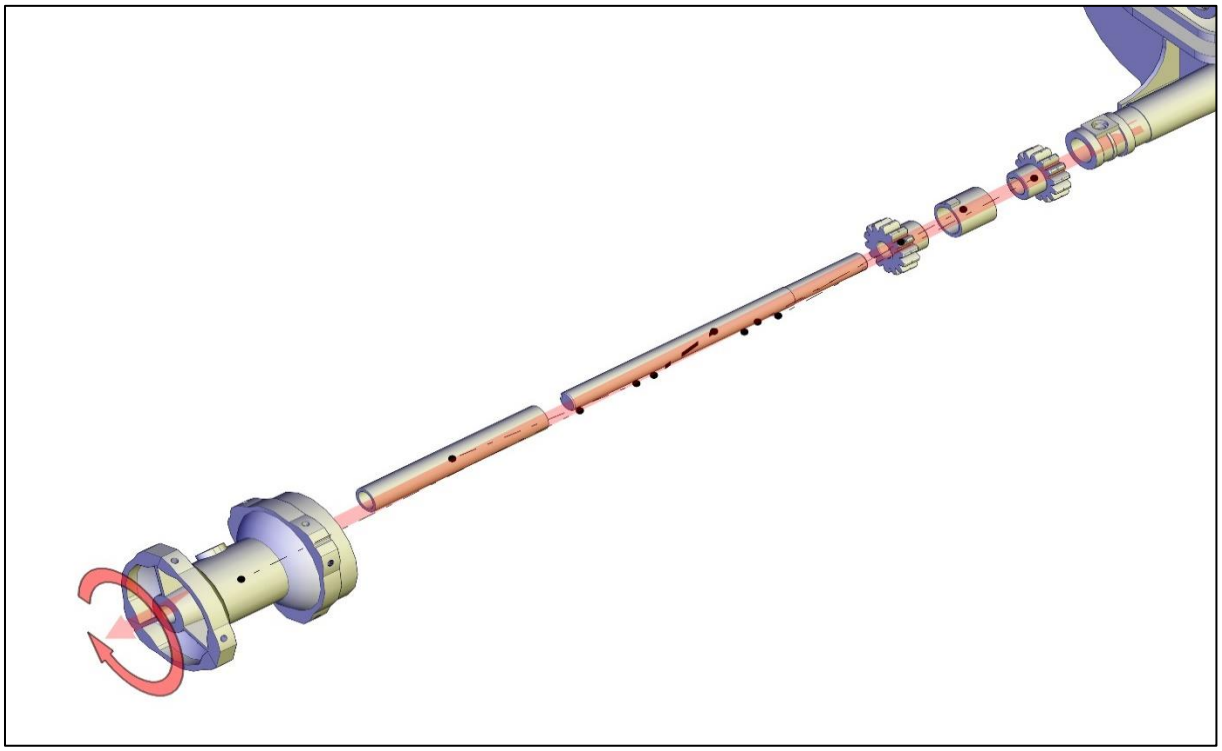


**Figure V.9:** vue éclatée d'engrenage motrice

## V.5.4. Vue éclatée de La partie menée d'engrenage :

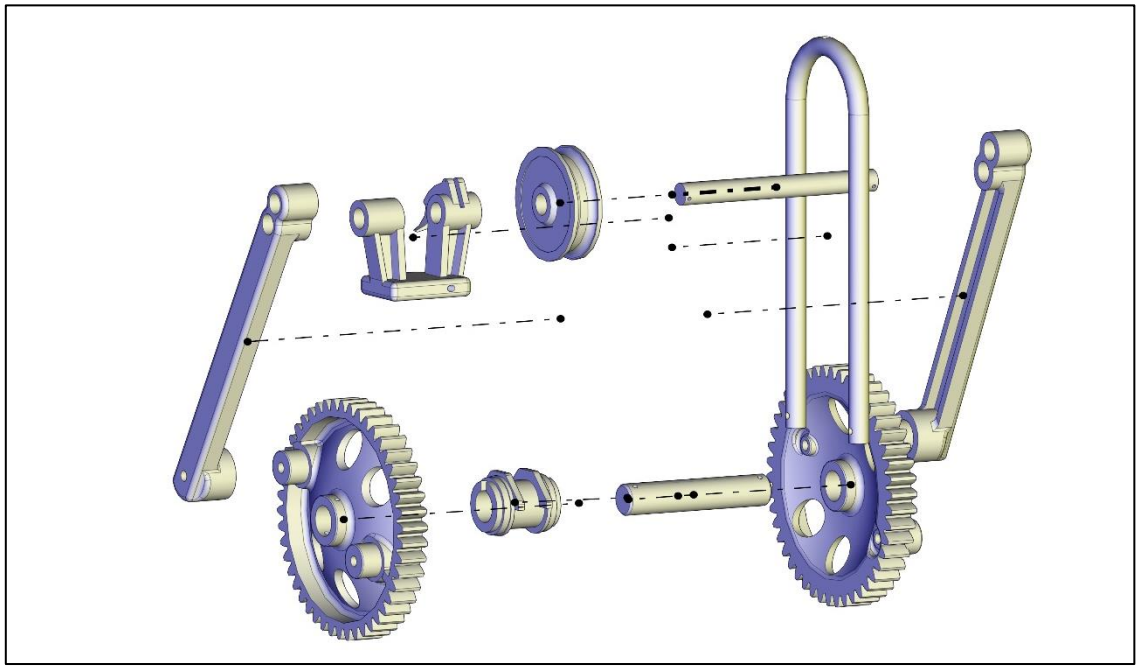


**Figure V.10:** vue éclatée d'engrenage menée

## V.5.5. Vue éclatée du rotor :

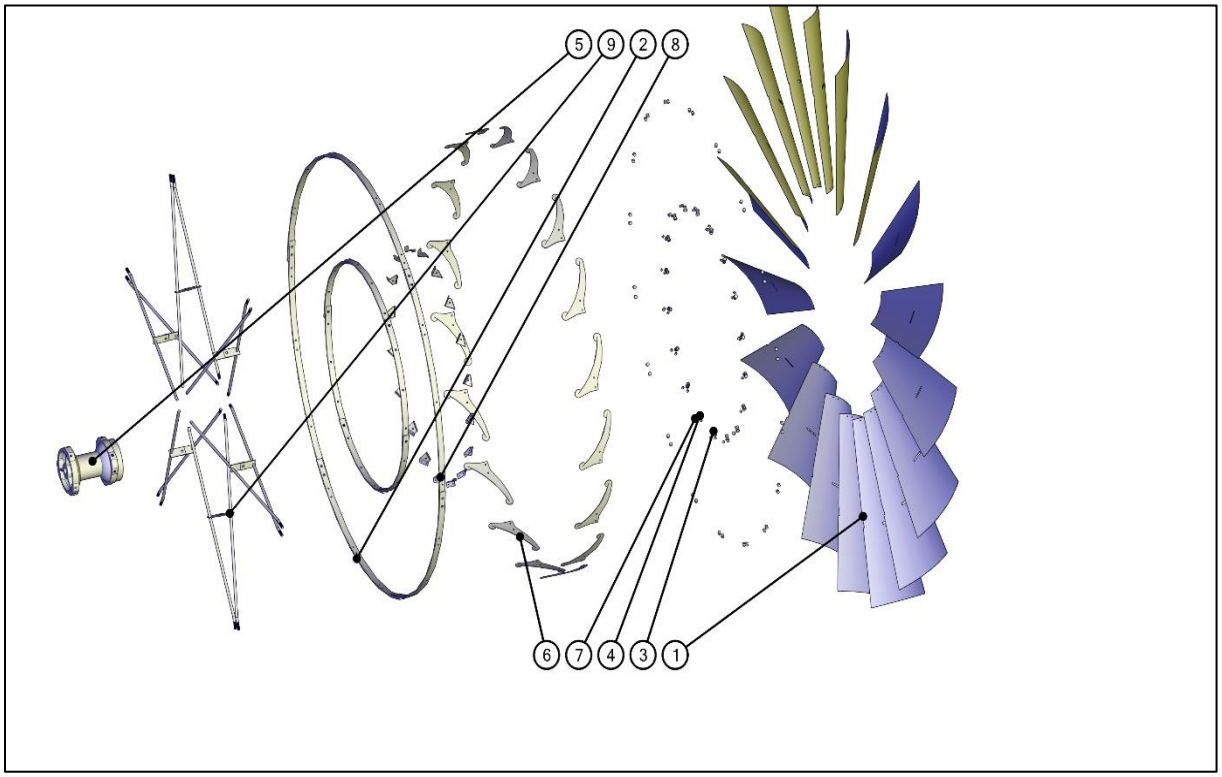



**Figure V.11:** Vue éclatée du rotor

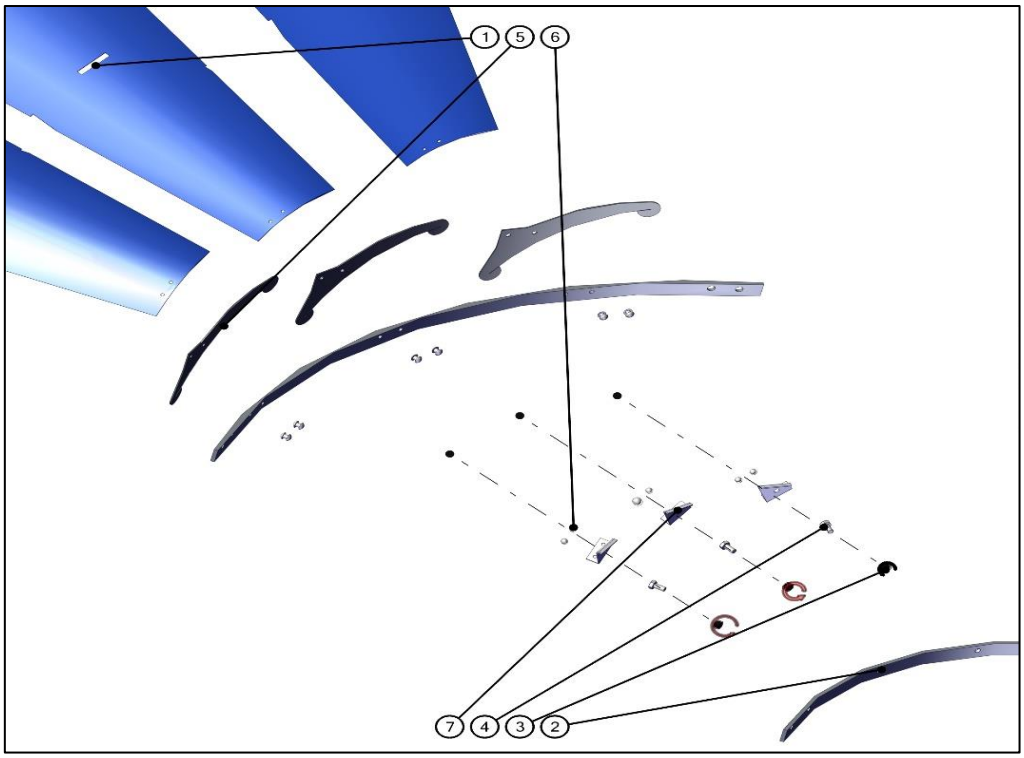



**Figure V.11:** Vue éclatée d'une partie du rotor

## V.5.6. Vue éclatée du gouvernail :

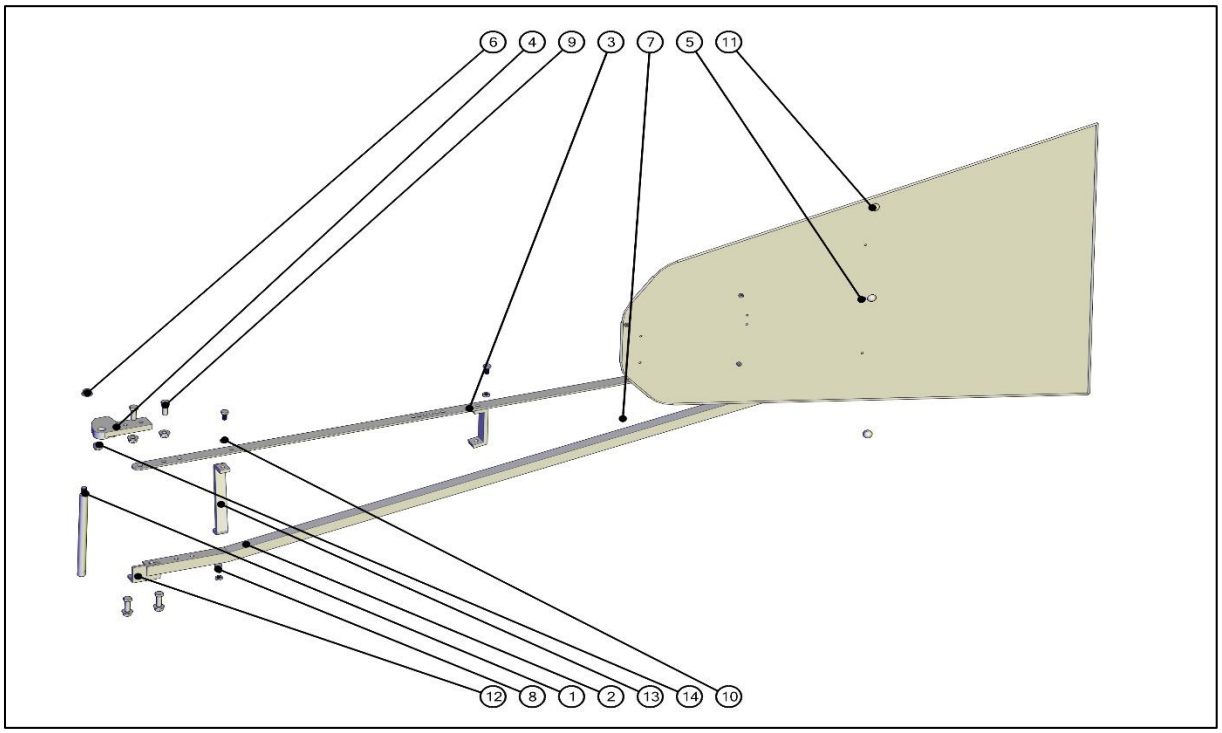



**Figure V.12:** Vue éclatée du gouvernail

## V.5.7. Vue éclatée du pylône :

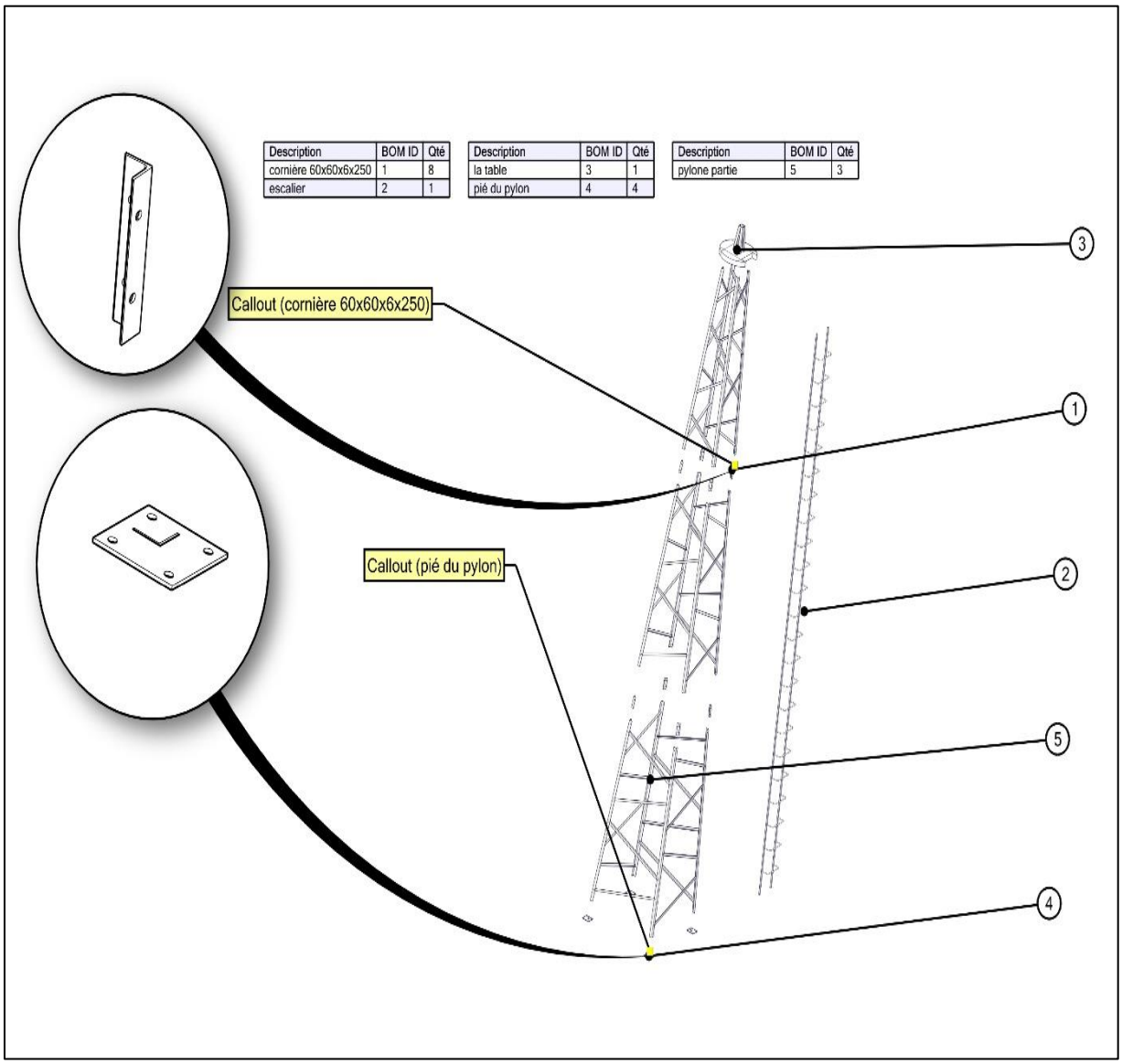



**Figure V.13:** Vue éclatée du pylône

## V.5.8. Vue éclatée du système de freinage :

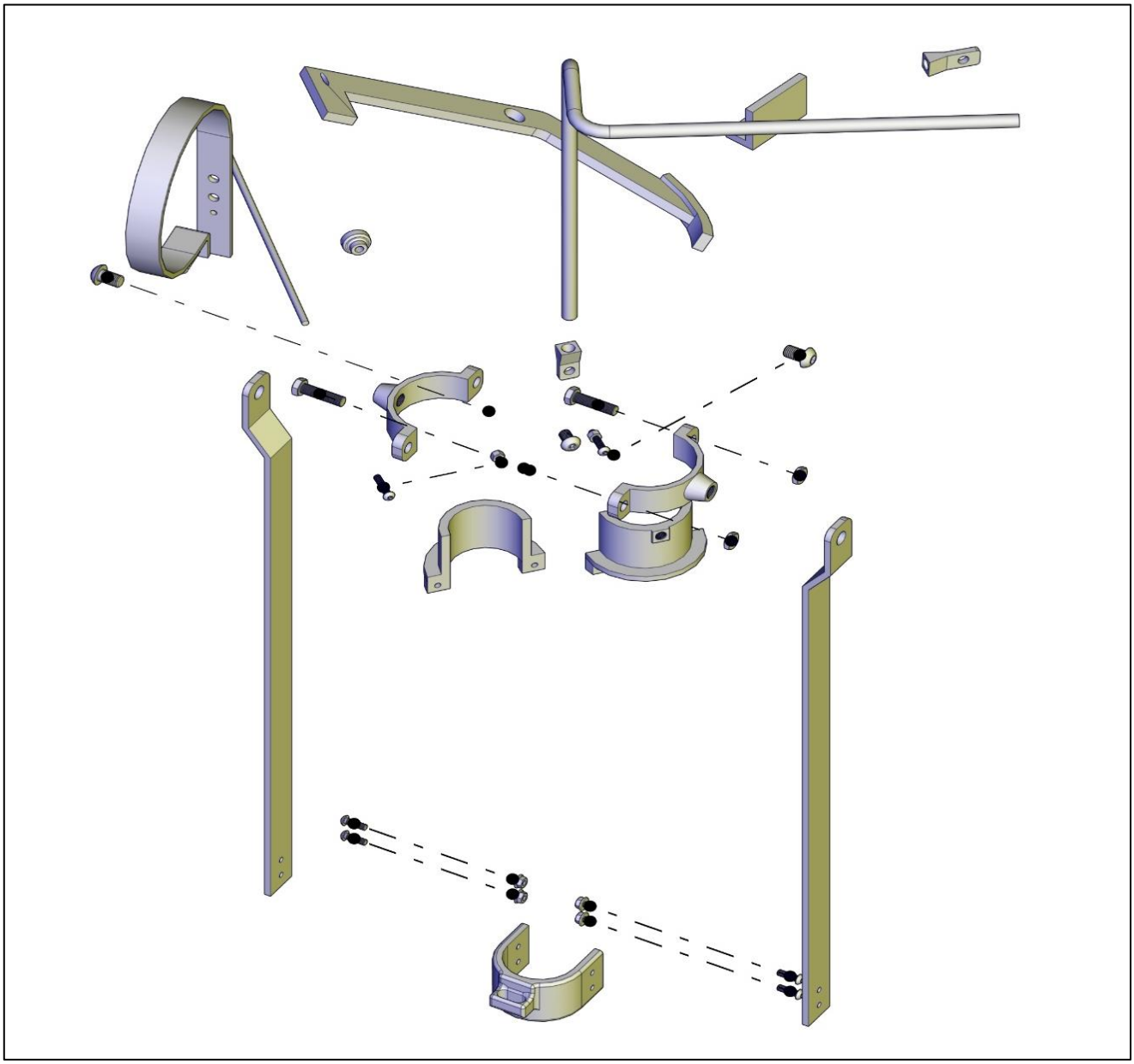


**Figure V.13:** Vue éclatée du système de freinage

### V.5.9. Vue éclatée de la pompe à piston

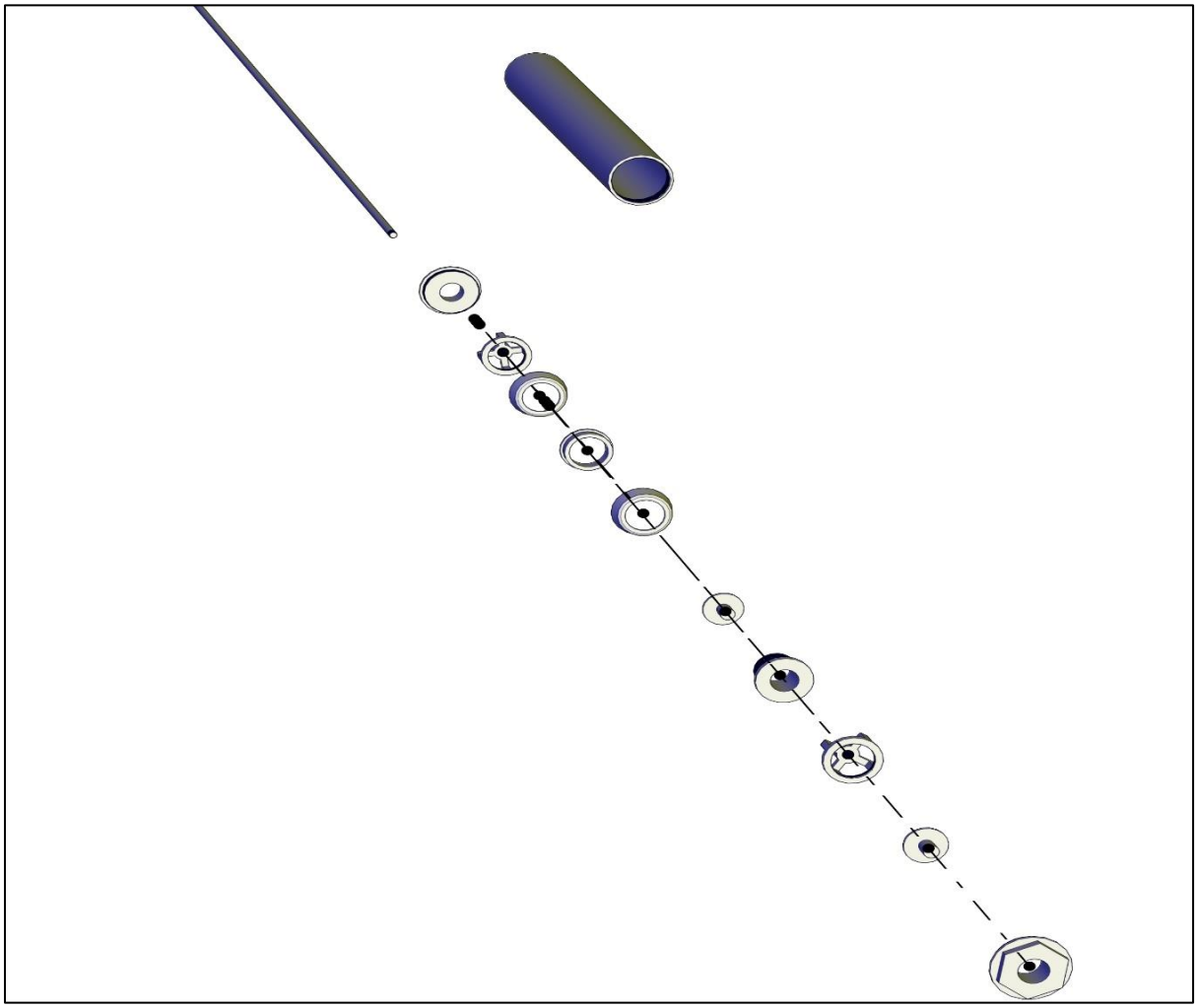


**Figure V.14:** Vue éclatée de la pompe à piston

## V.6. Conclusion :

La création de la documentation technique constitue une étape essentielle dans la valorisation du travail de conception et d'ingénierie réalisé sur l'éolienne Aermotor. Elle permet non seulement de formaliser les choix techniques, les dimensions, les matériaux et les assemblages, mais également d'assurer la transmission claire et complète des informations nécessaires à la fabrication, à l'entretien et à l'exploitation du système.

Grâce aux outils numériques, notamment SolidWorks Composer, il a été possible de générer une documentation visuelle intuitive, interactive et structurée, comprenant des vues éclatées, des nomenclatures, des procédures de montage et d'entretien. Ces documents sont conçus selon les normes industrielles, afin de garantir la clarté, la précision et la réutilisabilité de l'information technique.

Cette étape a également mis en évidence l'importance d’une bonne organisation des fichiers, d’une gestion rigoureuse des versions et d’une cohérence graphique dans la présentation des contenus. Elle assure une meilleure compréhension pour les opérateurs, les techniciens de maintenance et tout autre utilisateur impliqué dans le cycle de vie du produit.

En résumé, la documentation technique produite consolide le projet en tant que livrable industriel complet et opérationnel, apte à être utilisé dans un contexte réel. Elle renforce la valeur du modèle numérique et démontre la capacité des outils CAO modernes à répondre aux exigences de documentation dans le cadre d’un projet de conception mécanique appliqué, tel que celui de l’éolienne Aermotor.

# Perspectives

Dans le cadre de ce mémoire, les efforts ont été principalement concentrés sur la modélisation et la création du dossier technique d'une éolienne Aermotor destinée au pompage d’eau. Afin de compléter et valoriser davantage ce travail, plusieurs axes de développement peuvent être envisagés dans le futur

1. **Élaboration d’un dossier d’entretien :**

La mise en place d’un dossier d’entretien structuré permettra d’assurer le bon fonctionnement de l’éolienne sur le long terme. Ce dossier comprendra notamment : le planning des opérations de maintenance préventive, les procédures de vérification des composants (pales, engrenages, pignon, etc.), les méthodes de détection des pannes courantes, ainsi qu’un historique des interventions. Il représente un outil essentiel pour prolonger la durée de vie de l’équipement et réduire les coûts d’exploitation.

2. **Réalisation d’une analyse fonctionnelle complete**

L’analyse fonctionnelle constitue une étape clé pour formaliser les besoins auxquels doit répondre l’éolienne. Elle permet de structurer les fonctions principales (pompage, résistance au vent, transmission de puissance) et contraintes (coût, environnement, sécurité), tout en définissant les interactions entre les différents composants. Une analyse fonctionnelle détaillée facilitera la compréhension du système par tous les acteurs techniques et pourra servir de base à de futures améliorations.

3. **Constitution d’un dossier à fournir au client final**

Le dossier destiné au client regroupera l’ensemble des documents nécessaires à l’utilisation, à l’installation et à la maintenance de l’éolienne. Il comprendra les manuels utilisateurs, les plans d’ensemble et de détail, les fiches techniques, les consignes de sécurité, ainsi que le guide de mise en service. Ce dossier doit être conçu de manière claire, illustrée et accessible, pour répondre aux attentes des utilisateurs, qu’ils soient techniciens ou non-spécialistes.

## Conclusion générale :

Ce mémoire s'est inscrit dans une démarche d'ingénierie visant à créer une documentation technique structurée pour une éolienne de type Aermotor, dédiée au pompage d'eau, en exploitant les outils numériques de conception assistée par ordinateur, notamment SolidWorks et SolidWorks Composer.

L'étude a permis dans un premier temps de comprendre le fonctionnement général de l'éolienne Aermotor, à travers l'analyse de ses composants principaux, de son principe aéromécanique, ainsi que des caractéristiques techniques liées au pompage d'eau. Une attention particulière a été portée à l'aspect historique et au rôle fondamental que joue ce type d'éolienne dans les zones rurales et isolées.

Dans un second temps, un travail rigoureux de modélisation 3D a été réalisé sur les pièces élémentaires et les assemblages de l'éolienne. Cette étape a nécessité la prise en compte de nombreuses contraintes mécaniques, dimensionnelles et fonctionnelles. Grâce à SolidWorks, il a été possible de reconstituer virtuellement l'ensemble du système, d'en visualiser les interactions, et de générer des plans cotés et annotés, indispensables pour la fabrication ou la maintenance.

Enfin, une documentation technique a été produite avec SolidWorks Composer, permettant de générer des vues éclatées, des instructions de montage/démontage, et des illustrations destinées à faciliter la compréhension technique par divers intervenants : ingénieurs, techniciens ou utilisateurs finaux.

Le résultat final constitue un outil technique et pédagogique de grande utilité, contribuant à la valorisation et à la pérennisation d'un système de pompage à énergie renouvelable. Cette approche méthodique peut être réutilisée dans d'autres projets de documentation industrielle ou de valorisation de technologies anciennes à l'aide d'outils numériques modernes.

En perspective, ce travail peut être approfondi par l'intégration de simulations mécaniques ou fluidiques, l'automatisation partielle du système, ou encore la création d'un guide d'entretien interactif. Il offre ainsi une base solide pour des projets futurs combinant patrimoine technique et ingénierie numérique.

## Bibliographie :

**[1]** : http://www.info-eolien.com/historique.html
**[2]**: https://wikiwater.fr/e42-les-pompes-a-energie-eolienne
**[3]:**http://sciencejunior.fr/ecologie-et-nature/les-eoliennes-cest-quoi-a-quoi-ca-sert/attachment/champ-eoliennes
**[4]** : l'energie renouvelable en algerie (univ-blida2.dz)
**[5]** : H. Belghitri , « Modélisation, simulation et optimisation d'un système hybride Éolien-Photovoltaïque » Magister de l'université Abu-Bakr Belkaid de Tlemcen 2010.v
**[6]** : https://www.archiexpo.fr/prod/tozzi-green/product-62400-1822149.html
**[7]** : https://www.choisir.com/energie/articles/104442/leolienne
**[8]** : https://www.ecosources.org/eolienne-verticale-savonius
**[9]** : Windmill Water Pumping : How Does It Work – Windmills Tech.
**[10]** : https://wikiwater.fr/spip.php?page=article_pdf&id_article=42
**[11]** : https://diffusonslascience.fr/comment-un-moulin-a-vent-pompe-t-il-de-leau/
**[12]** : https://www.totalenergies.fr/particuliers/parlons-energie/dossiers-energie/energie-renouvelable/les-avantages-et-inconvenients-de-l-energie-eolienne

**[13]**: https://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/eolienne/avantages-inconvenients-eolienne/

**[14] :** Aermotor Windmill Company. (1925). *Installation and Maintenance Manual for Aermotor Windmills*. Chicago.

**[15]** : Griggs, W. (2008). *Windmills and Wind Motors: How to Build and Run Them*. Dover Publications.

**[16]** : Brunet, J. (2015). *Technologie mécanique : conception et fabrication*. Hachette Technique.
Présente les méthodes de relevé manuel avec pied à coulisse, micromètre, etc., dans un cadre pédagogique et industriel.

**[18] :** Roy, D. (2019). *Assemblage CAO sous SolidWorks – Méthodologie et pratiques*. Éditions Techniques CAO.

**[19] :** ISO 128-24:2014. *Technical drawings — General principles of presentation — Lines on mechanical engineering drawings*.

**[20] :** Leclerc, P. (2017). *Mise en plan CAO : normes, cotation et tolérancement*. Dunod.

**[21]** : Tournier, J.-L. (2021). *Documentation technique et communication visuelle avec Composer*. Éditions Techniques de l'Ingénieur.

**[22]** : Bertoline, G. R., Wiebe, E. N., Hartman, N., & Ross, W. A. (2011). *Technical Graphics Communication* (4th ed.). McGraw-Hill Education.

**[23]** : ISO 7200 :2004. *Technical product documentation – Data fields in title blocks and document headers

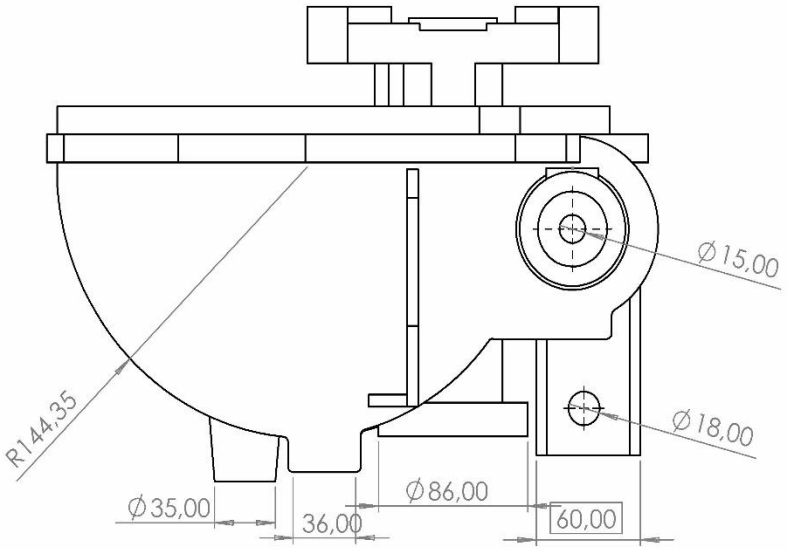
# Annexe

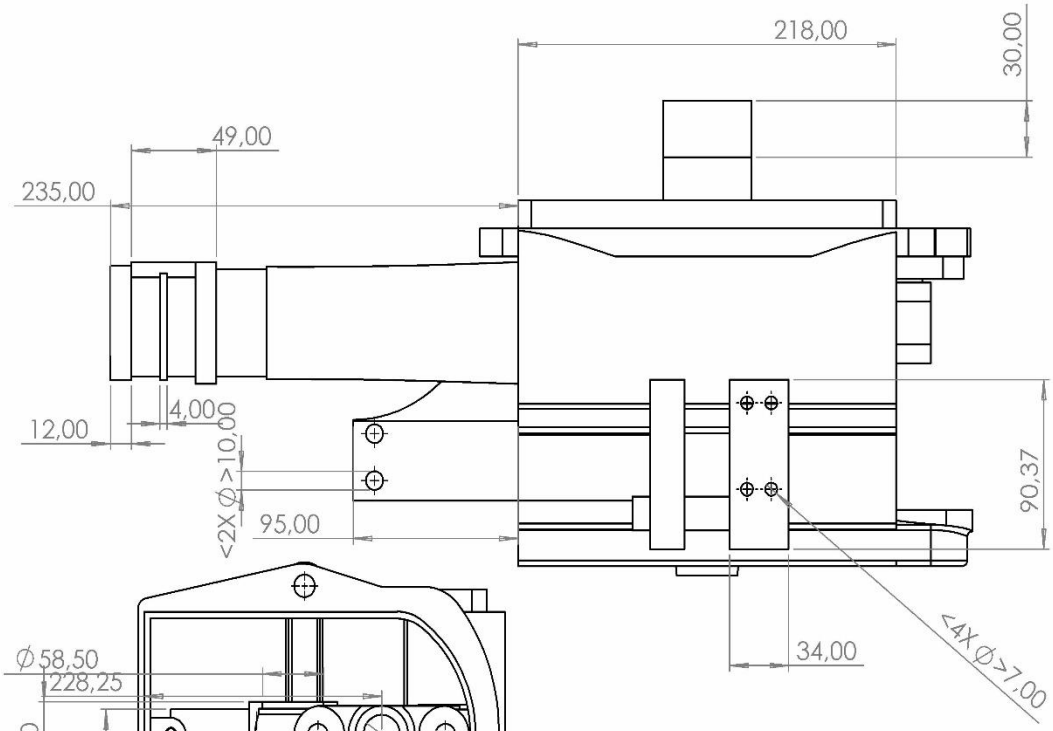
**Capacité de pompage de l'éolienne celons :**

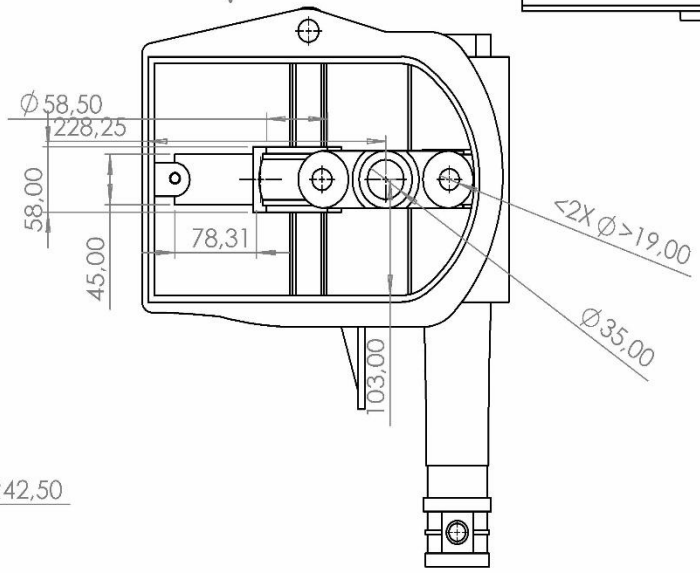
- Le diamètre de la pompe.
- Diamètre du rotor.
- La hauteur de la pompe.

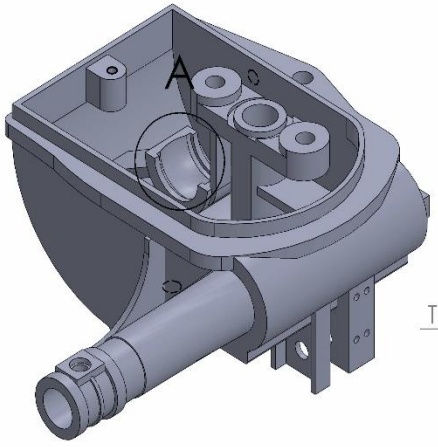
**CAPACITES DE POMPAGE* :**

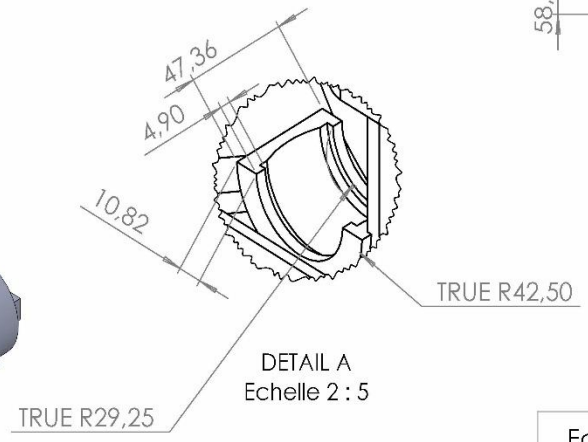
| pump Diametres | Capacity in Litre/hour | | Total manometrical height in meter wheel diameter (in meter) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (in mm) | 1.8 | 2.4 à 4.8 | 1.8 | 2.4 | 3 | 3.6 | 4.2 | 4.8 |
| 50 | 490 | 790 | 28 | 42 | 65 | 96 | 138 | 225 |
| 57 | 680 | 1000 | 23 | 34 | 52 | 77 | 110 | 180 |
| 63 | 850 | 1230 | 19 | 29 | 43 | 65 | 92 | 150 |
| 70 | 1000 | 1460 | 17 | 25 | 37 | 55 | 80 | 130 |
| 76 | 1210 | 1780 | 14 | 21 | 31 | 47 | 67 | 110 |
| 82 | 1400 | 2075 | 12 | 17 | 27 | 40 | 57 | 93 |
| 90 | 1665 | 2420 | 10 | 15 | 23 | 35 | 49 | 82 |
| 95 | 1890 | 2750 | 9 | 13 | 20 | 30 | 44 | 70 |
| 100 | 2155 | 3150 | 8 | 12 | 18 | 26 | 38 | 61 |
| 108 | | 3555 | | 10 | 15 | 23 | 33 | 54 |
| 114 | 2740 | 4000 | 6 | 9 | 14 | 21 | 30 | 49 |
| 120 | | 4425 | | | 12 | 18 | 26 | 42 |
| 127 | 3400 | 4900 | 5 | 8 | 11 | 17 | 24 | 40 |
| 146 | | 6430 | | | | 12 | 18 | 30 |
| 152 | | 7100 | | 5 | 8 | 11 | 17 | 26 |
| 178 | | 9650 | | 5 | 6 | 8 | 12 | 19 |
| 203 | | 12490 | | | 4 | 7 | 9 | 15 |



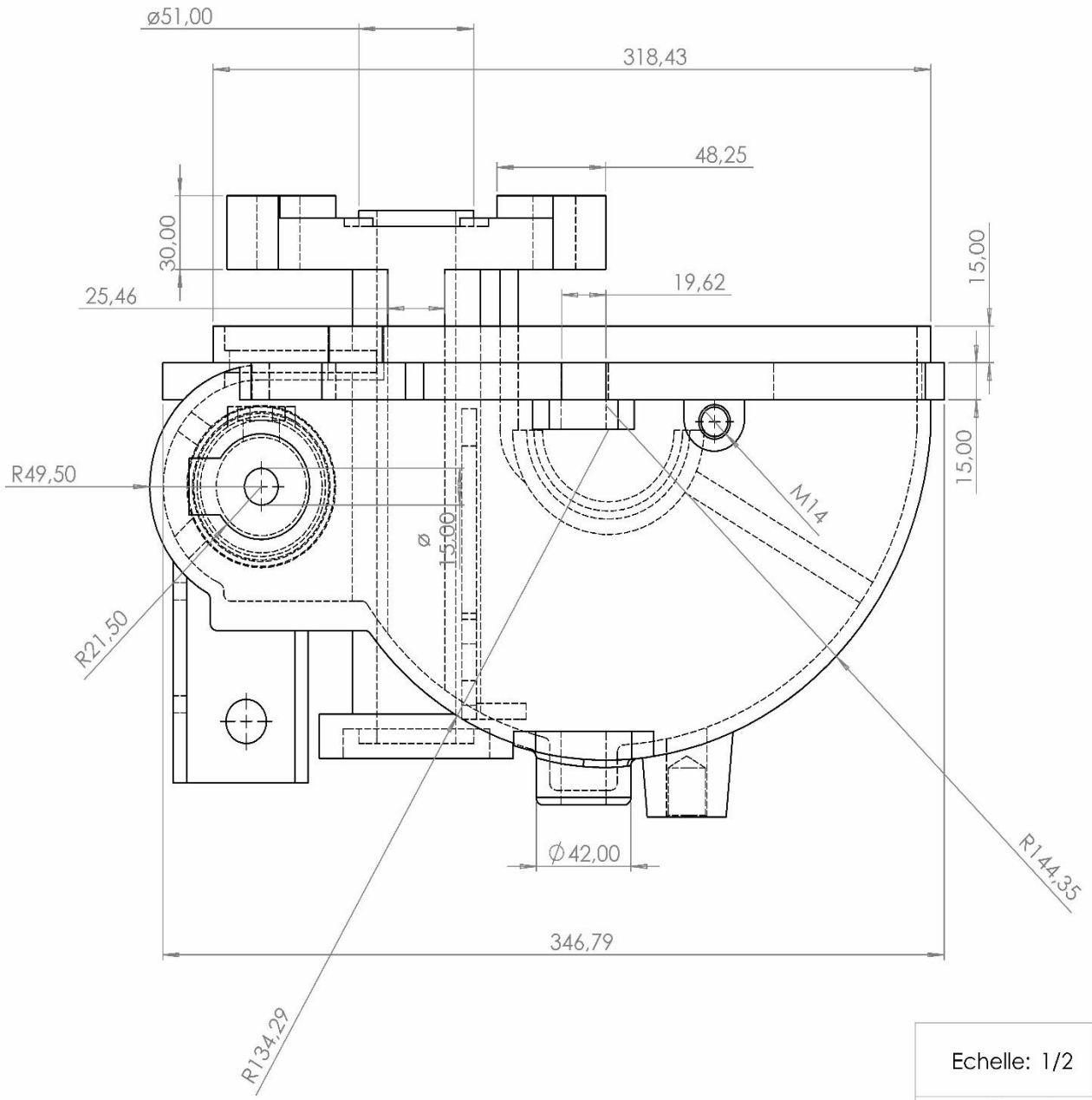



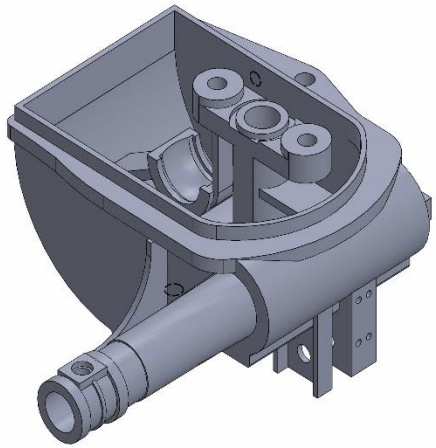



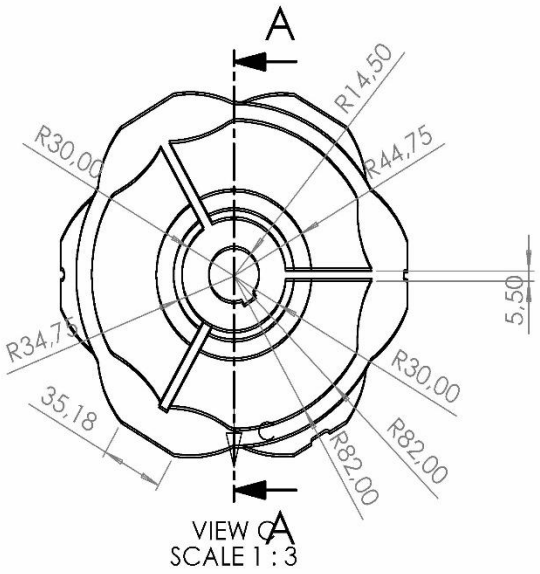

DETAIL A
Echelle 2 : 5

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1:3 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **CORP DU REDUCTEUR** | Matière: FONTE |
| Date: 06/2025 | | FORMAT: A3 |

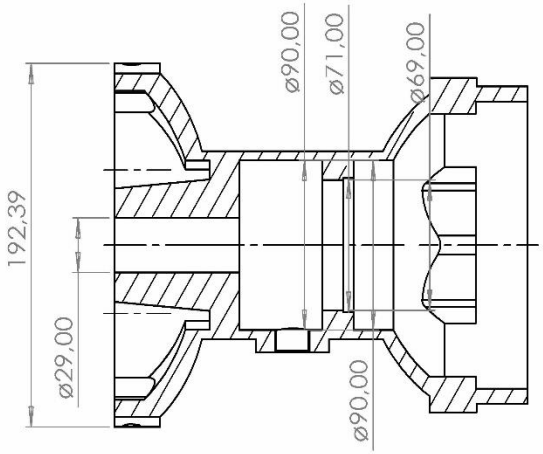


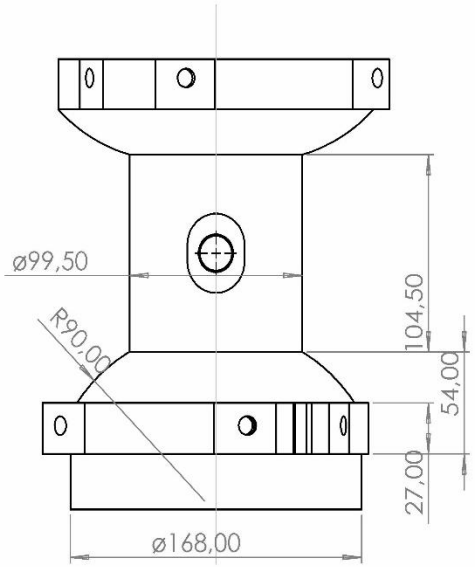
| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/2 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **CORP DU REDUCTEUR** | Matière: Fonte |
| date: 06/2025 | | Forma: A3 |

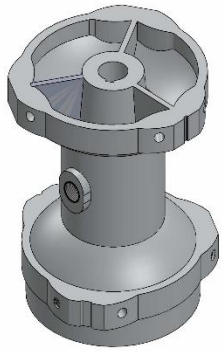



VIEW A
SCALE 1 : 3

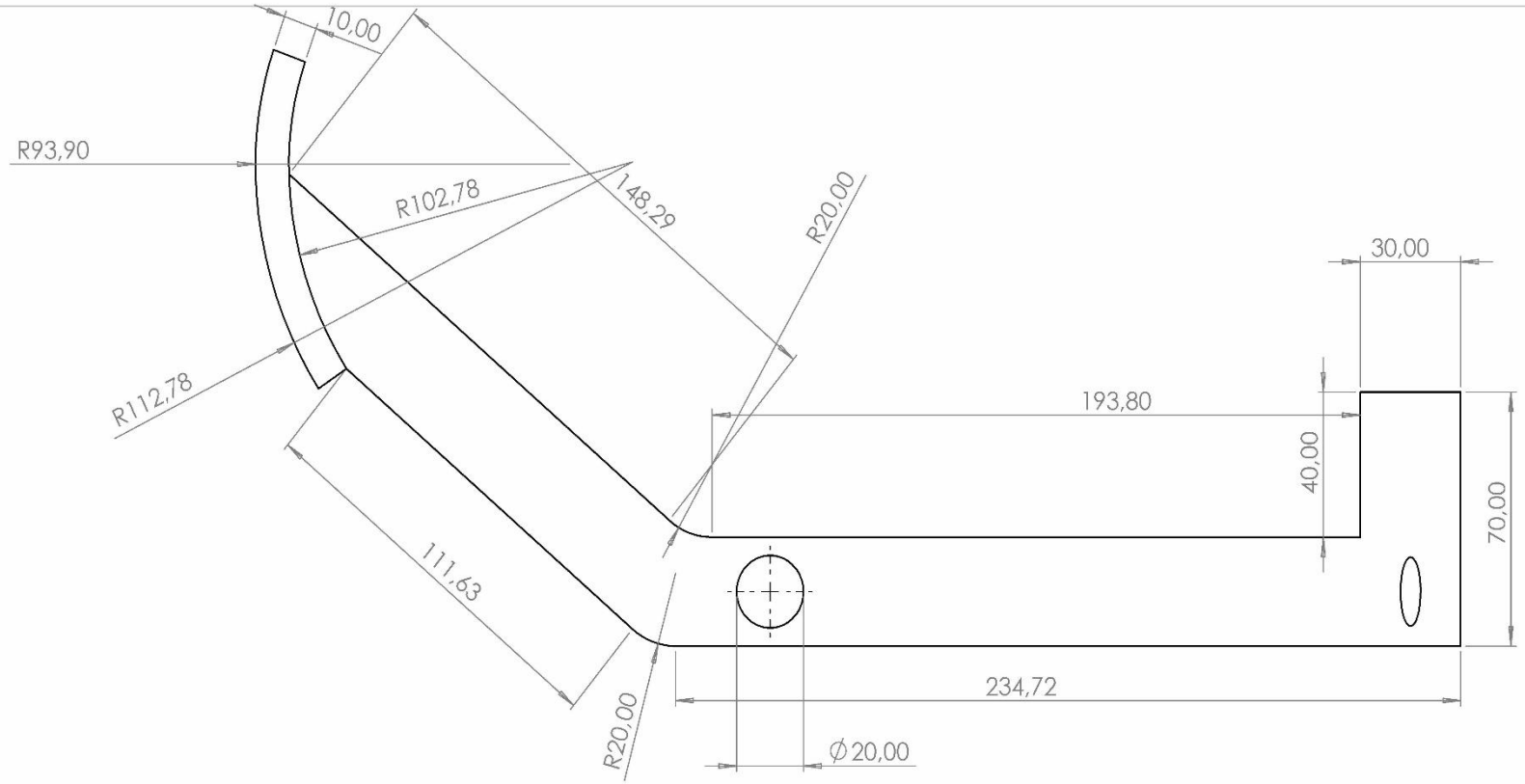


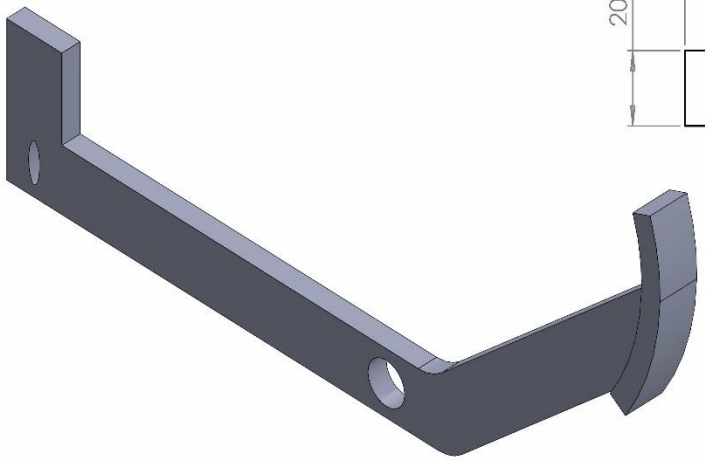

SECTION A-A
SCALE 1 : 3



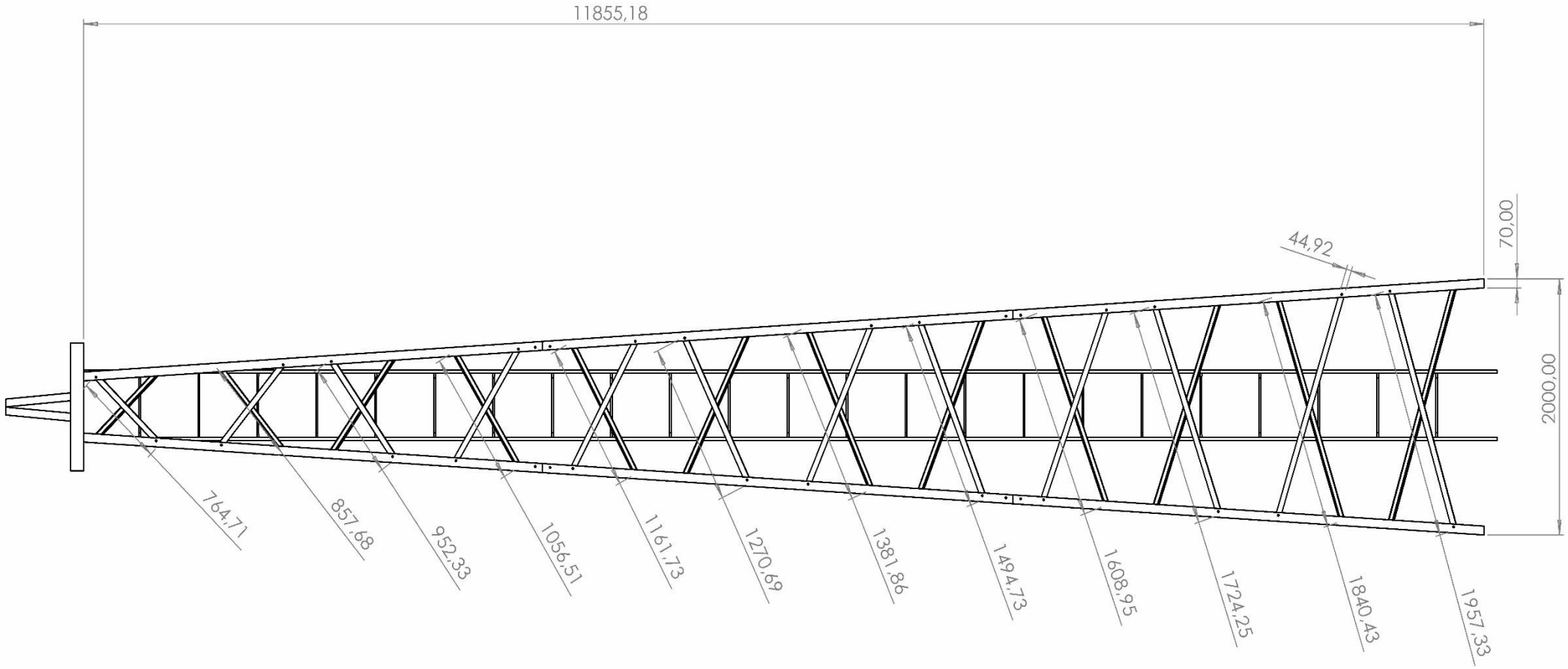



| | | |
|---|---|---|
| **Echelle:** 1/3 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **MOYEU** | **Matière:** FONTE |
| **Date:** 06/2025 | | FORMAT: A3 |

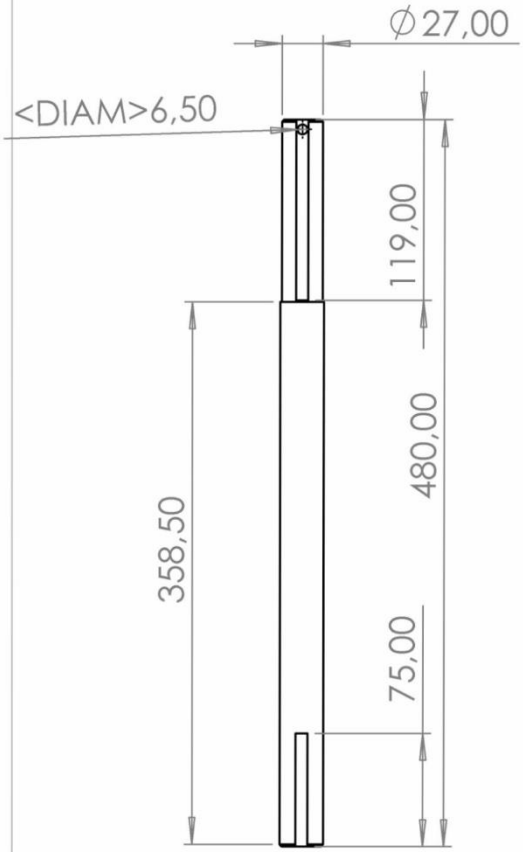


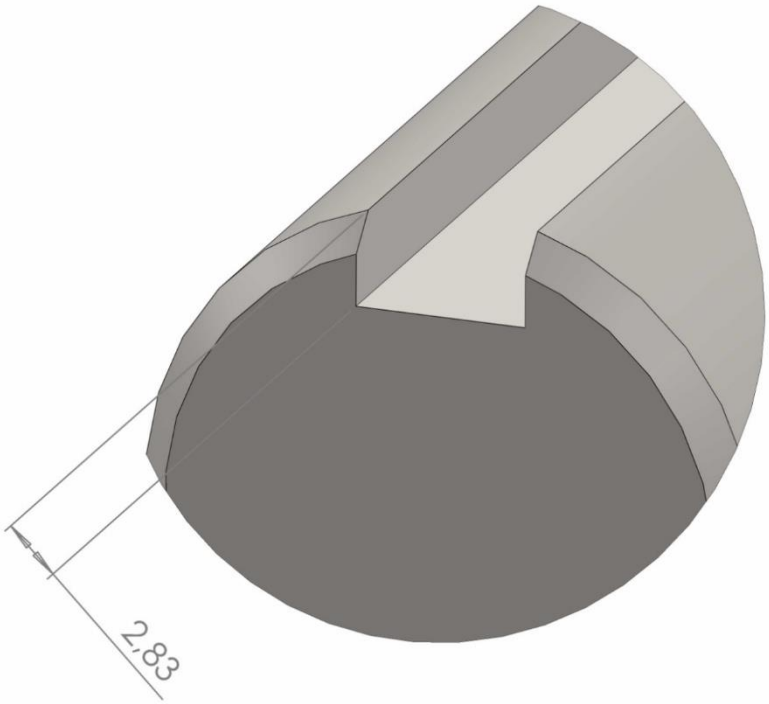



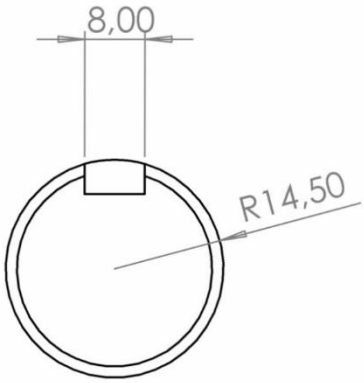
| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1.5 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **PEDALE DE FREINNAGE** | Matière: ACIER |
| Date: 06/2025 | | FORMAT: A3 |




| | | | |
|---|---|---|---|
| Echelle: 1/33 | Matière: ACIER NON ALIER | **DJIAR MOHAMED** | Université de Medea |
| | | **Le pylone** | Qte: 1 |
| Date: 6/2025 | | | Format: A3 |



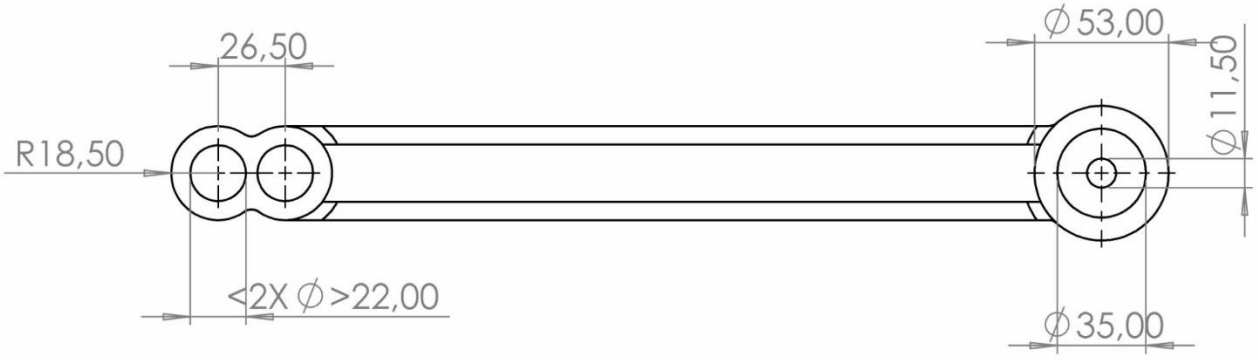



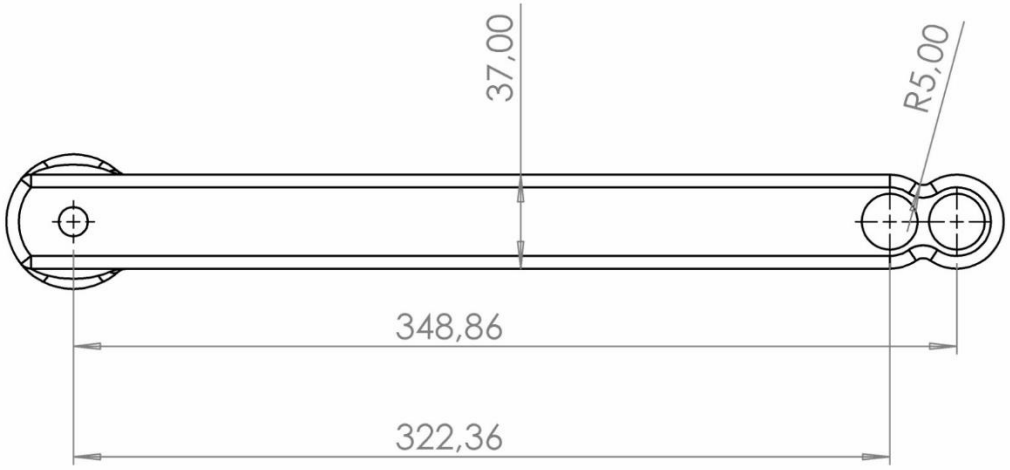



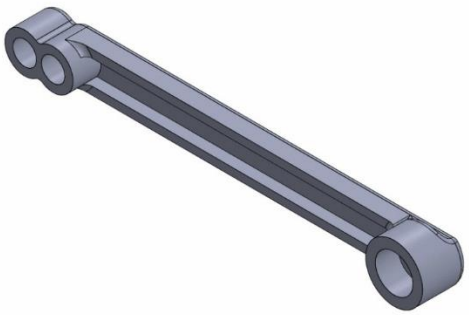

DETAIL B
Echelle 3 : 1



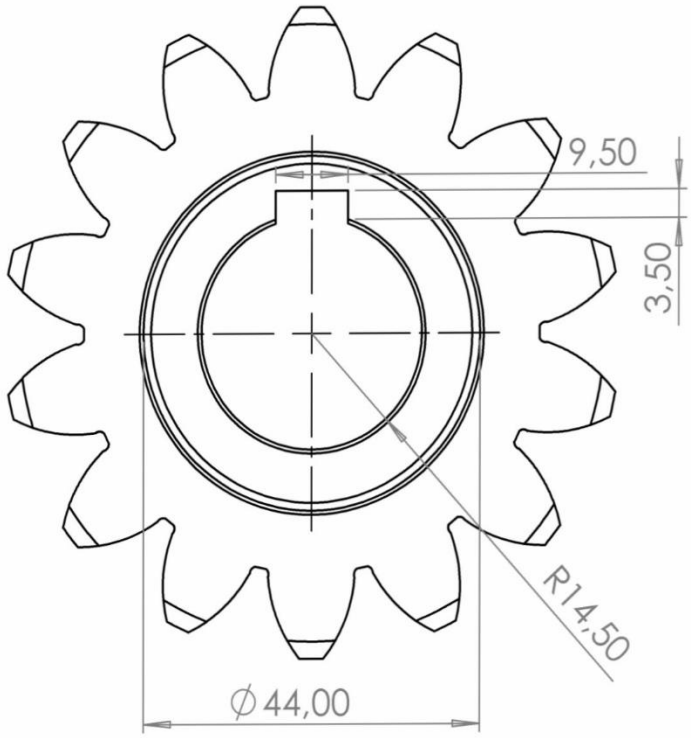

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/5 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **ARBRE DU REDUCTEUR** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

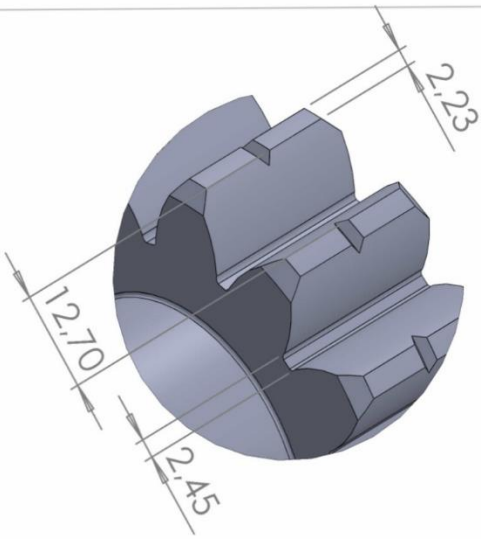


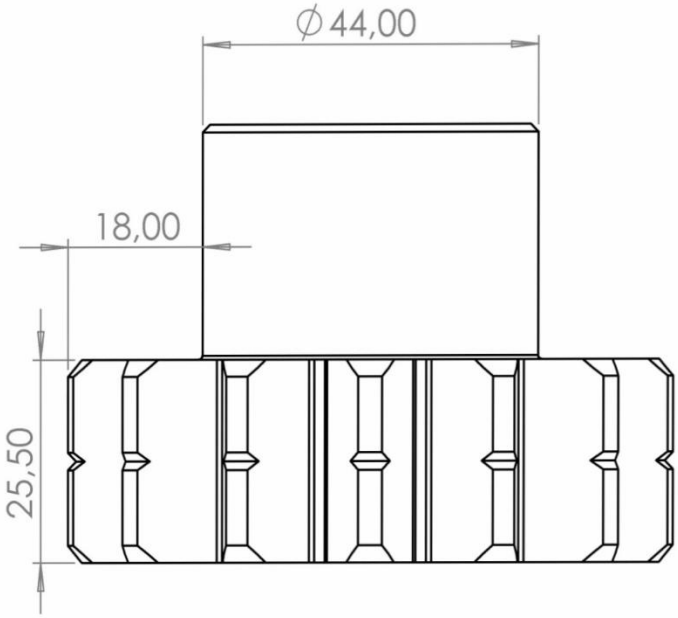



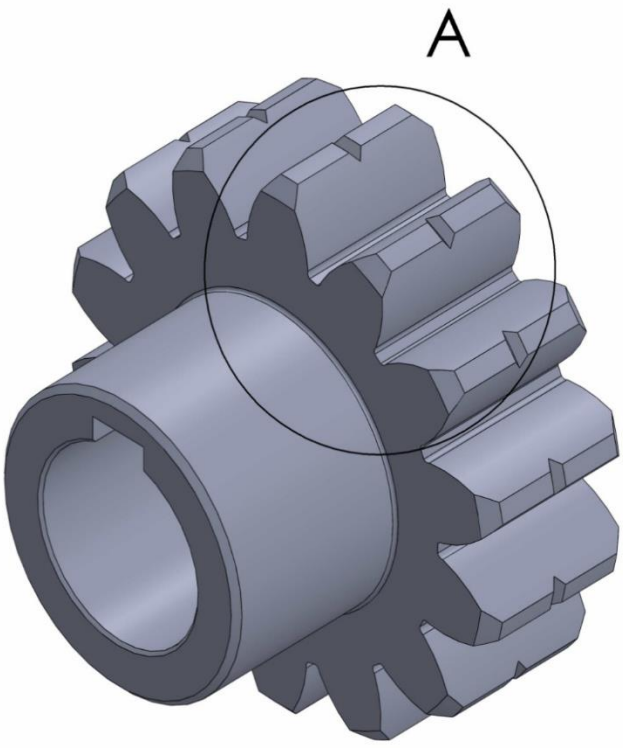
| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/3 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **bielle** | MATIERE: **fonte**<br>Qte: 02 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |



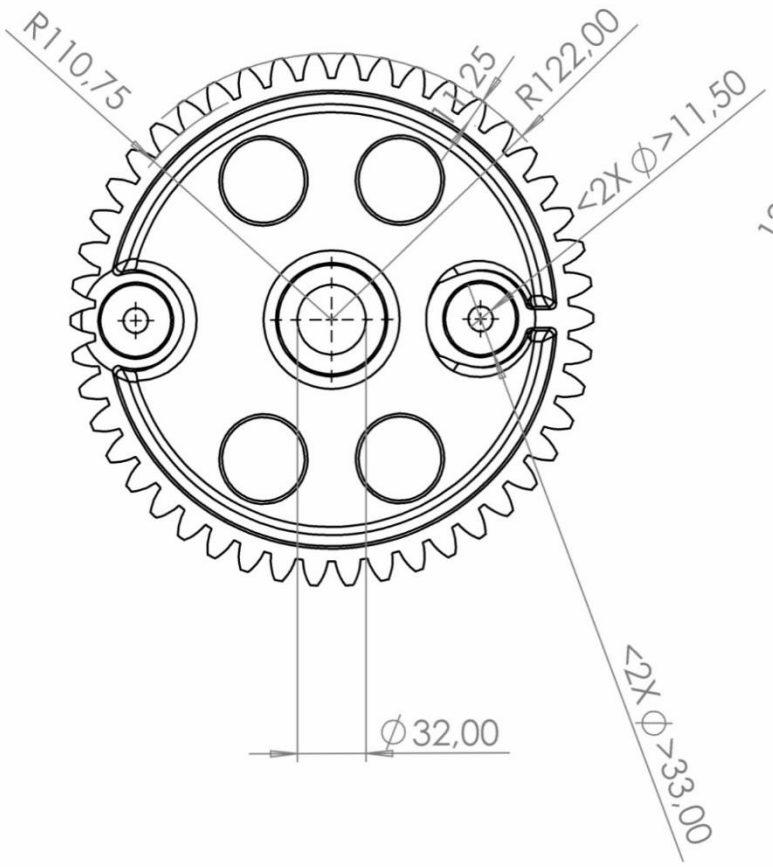



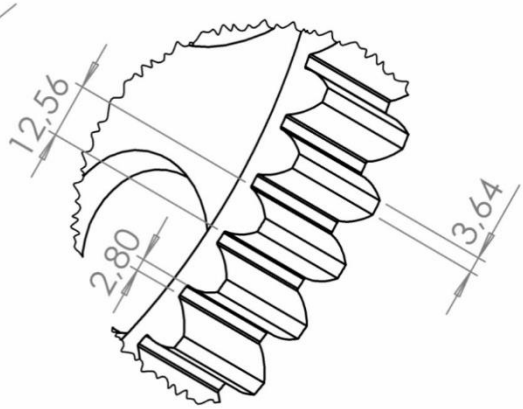

DETAIL A
Echelle 1 : 1



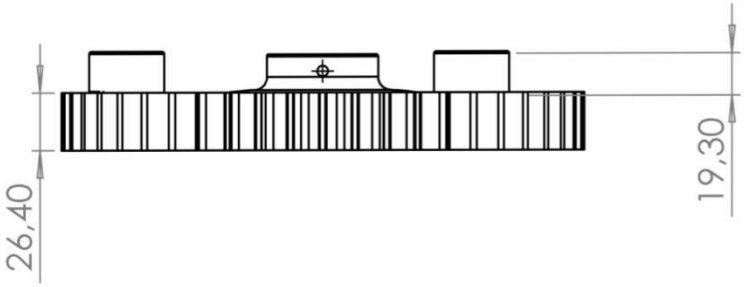



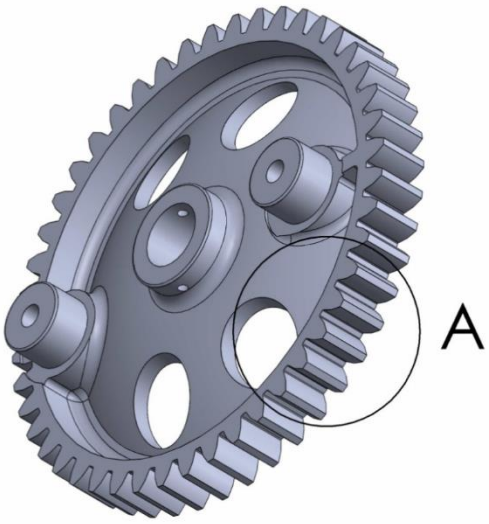

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1 | **DJIAR MOHAMED** | **UNIVERSITE DE MEDEA** |
| | **PIGNON** | MATIERE: Fonte |
| | | Qte: 02 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |



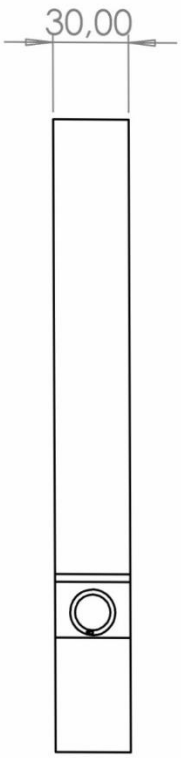



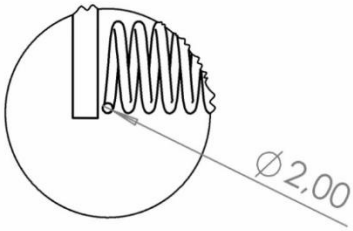

DETAIL A
Echelle 2 : 3.5



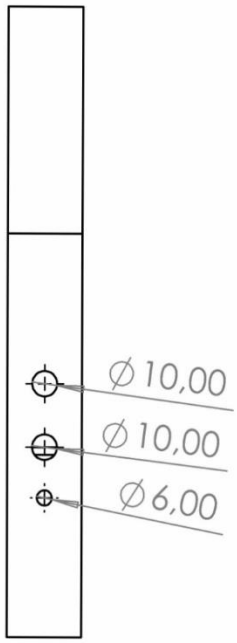



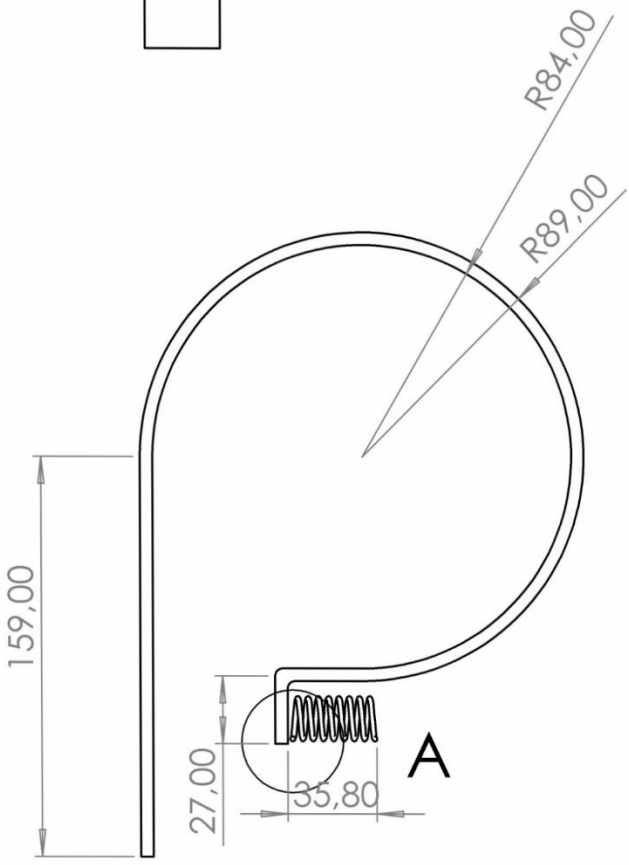

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/3.5 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **ROUE DENTEE** | MATIERE: Fonte |
| | | Qte: 02 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |



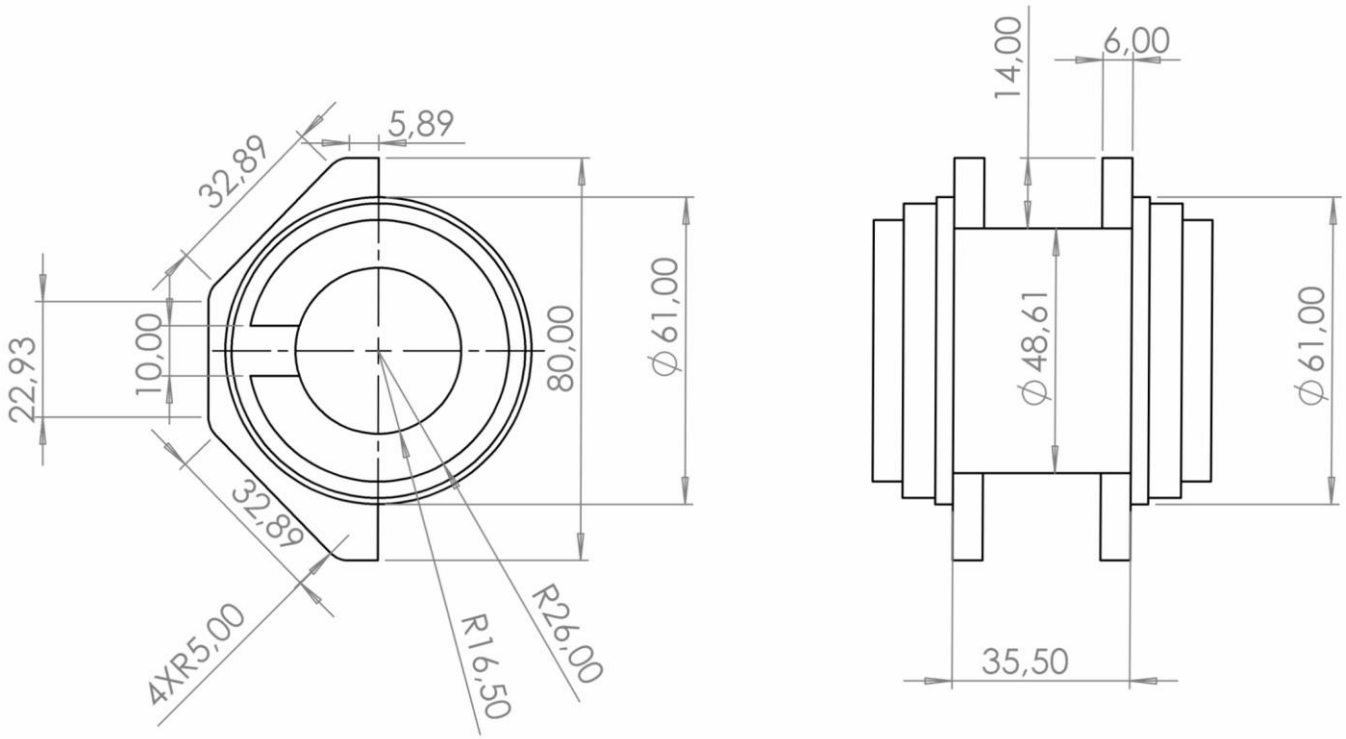

DETAIL A
Echelle 2 : 3

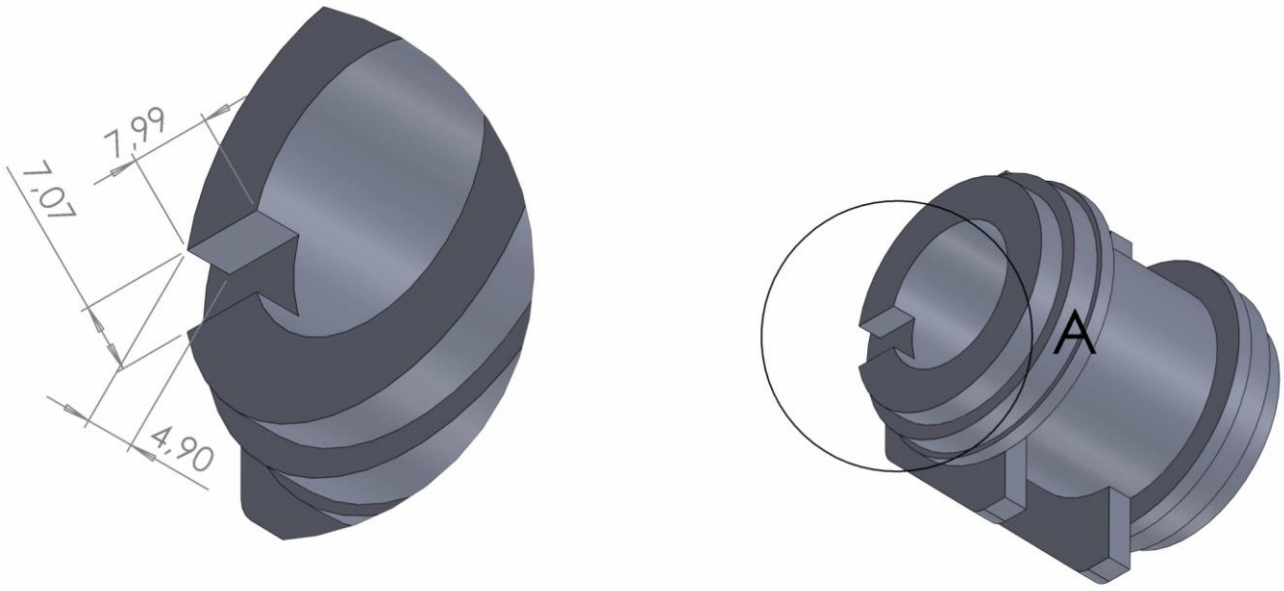




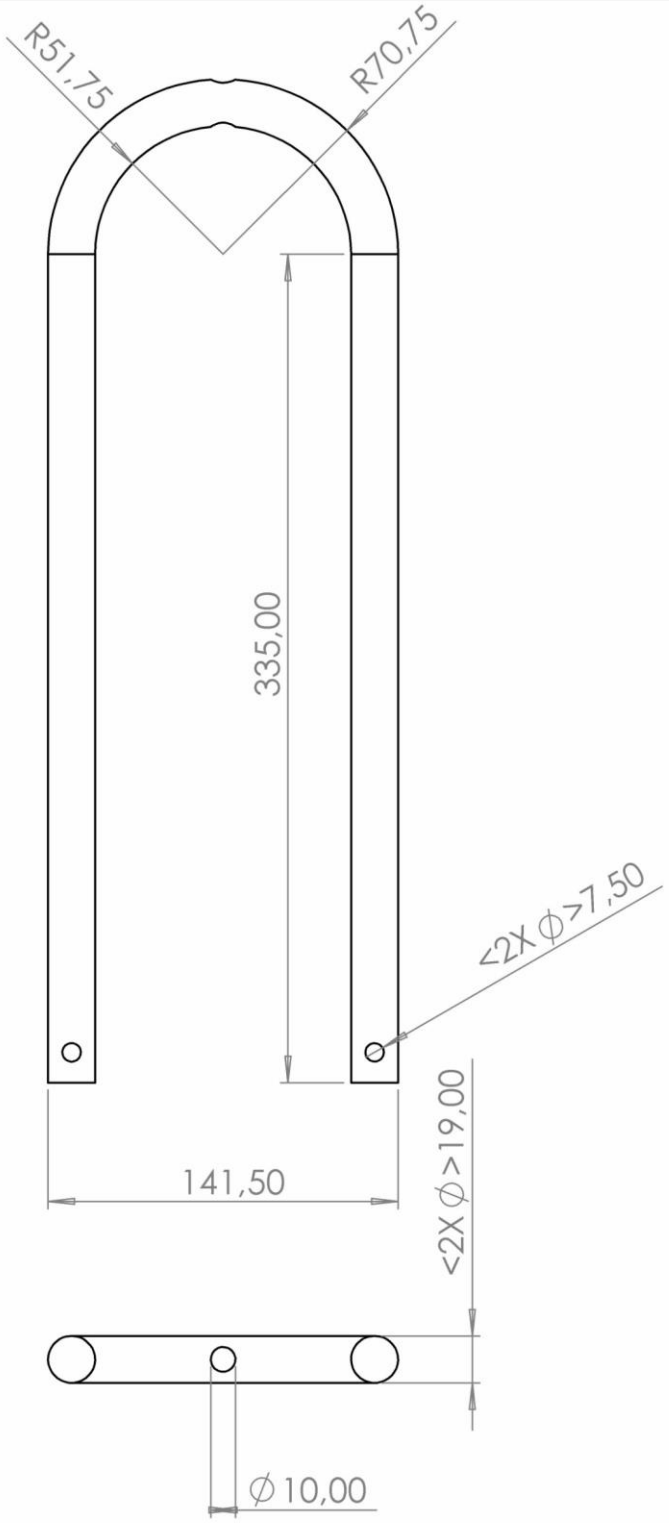

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: **1/3** | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **Bande de frein** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

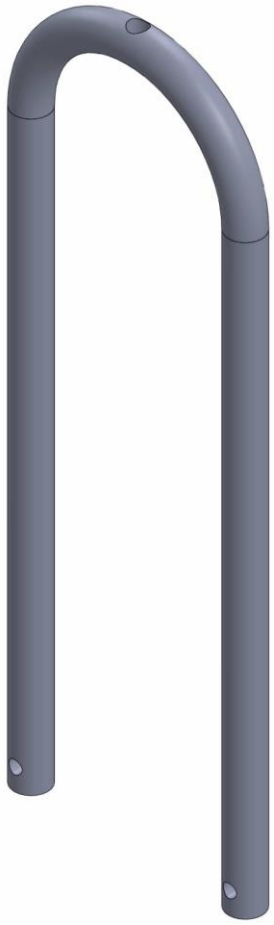


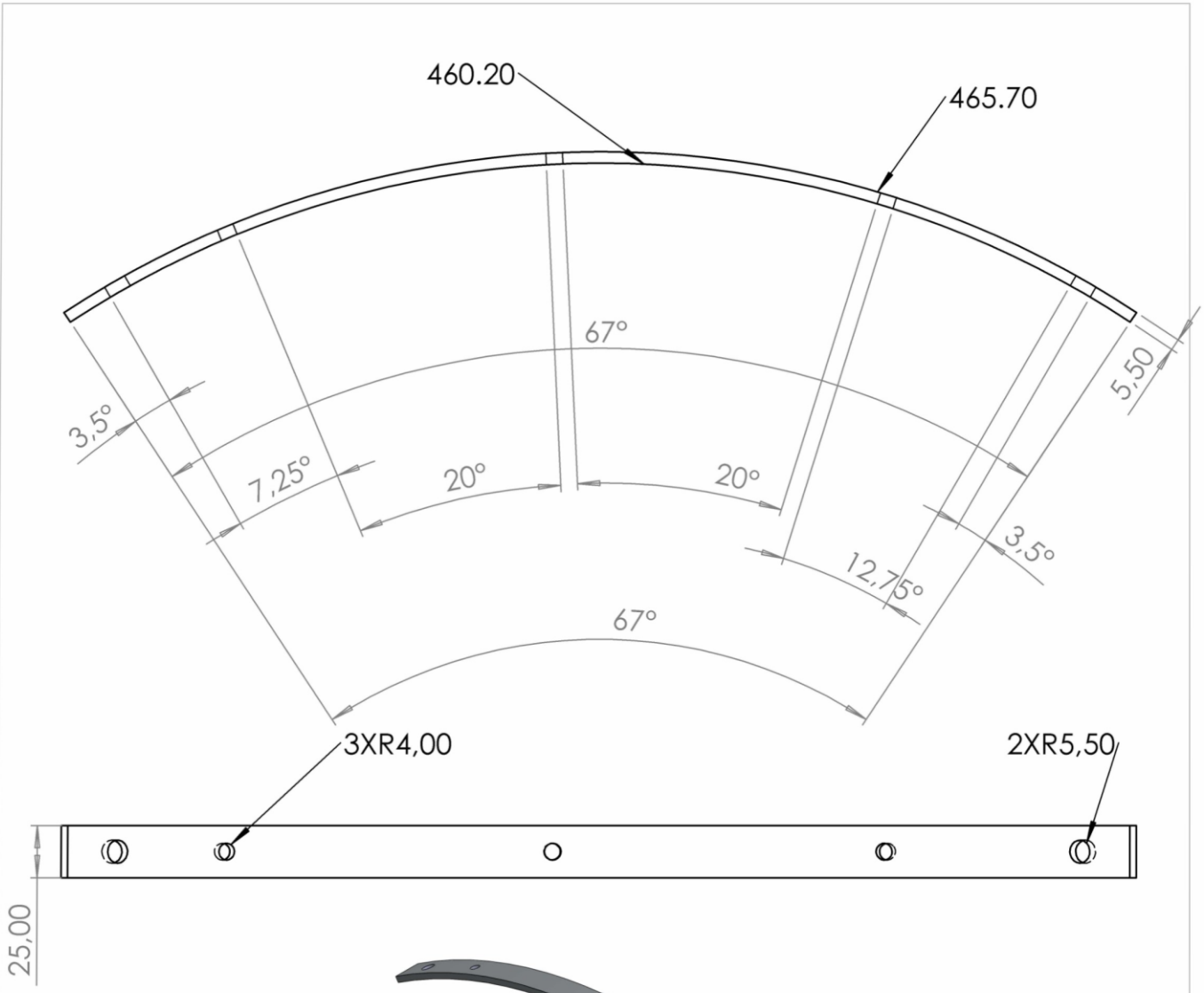

DETAIL A
Echelle 2 : 1.5

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1.5 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **PALIER DES ROUES DENTEES** | MATIERE: FONTE |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |



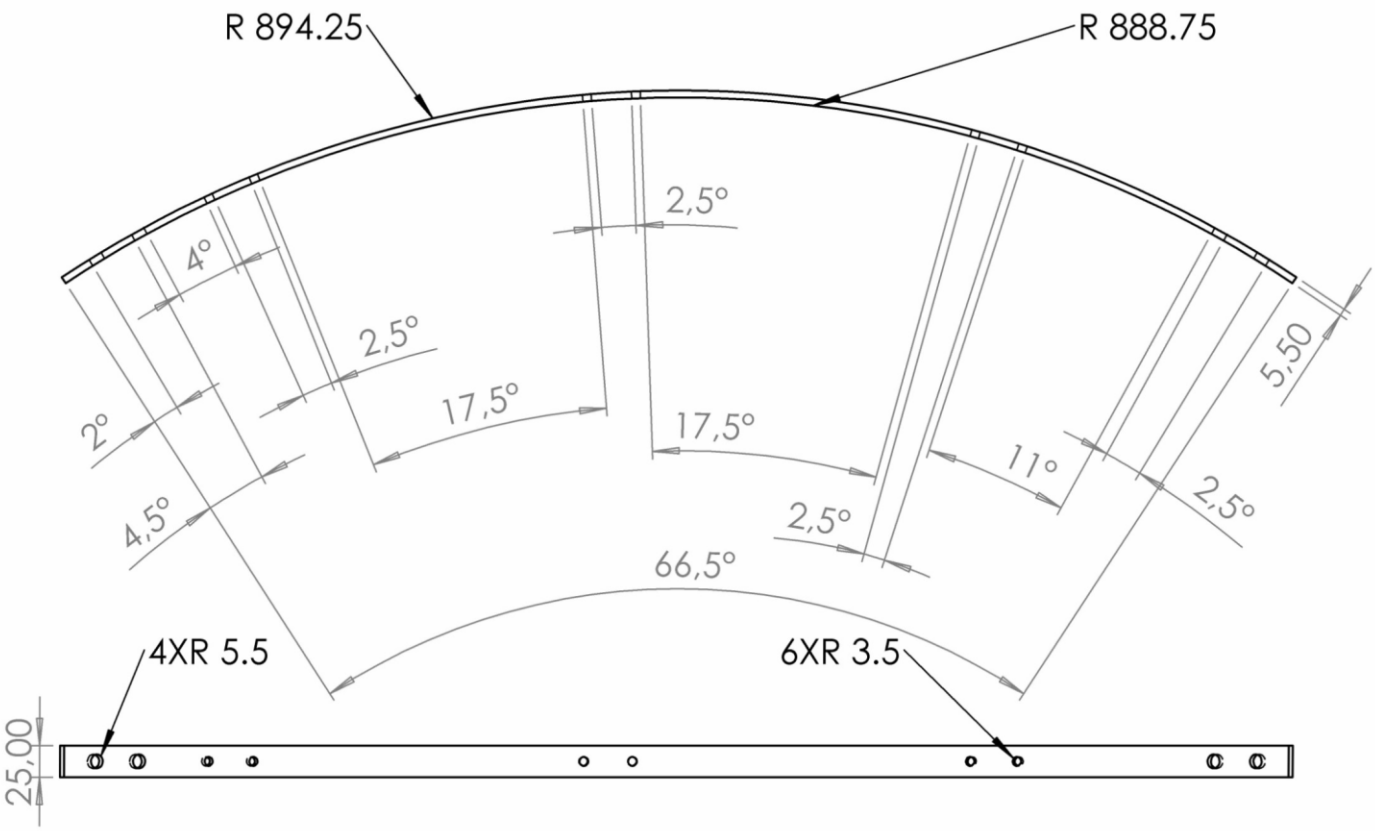



| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/3 | **DJIAR MOHAMED** | **Univercité de Medea** |
| | **AXE PLIE** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |



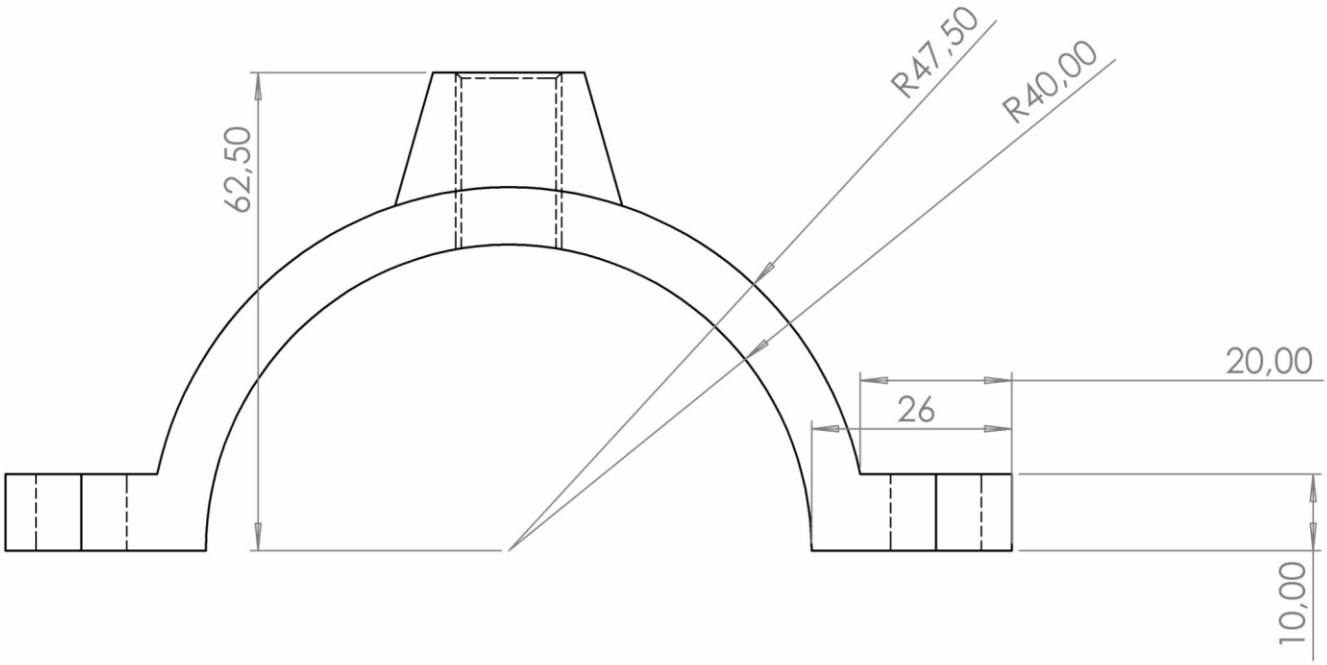


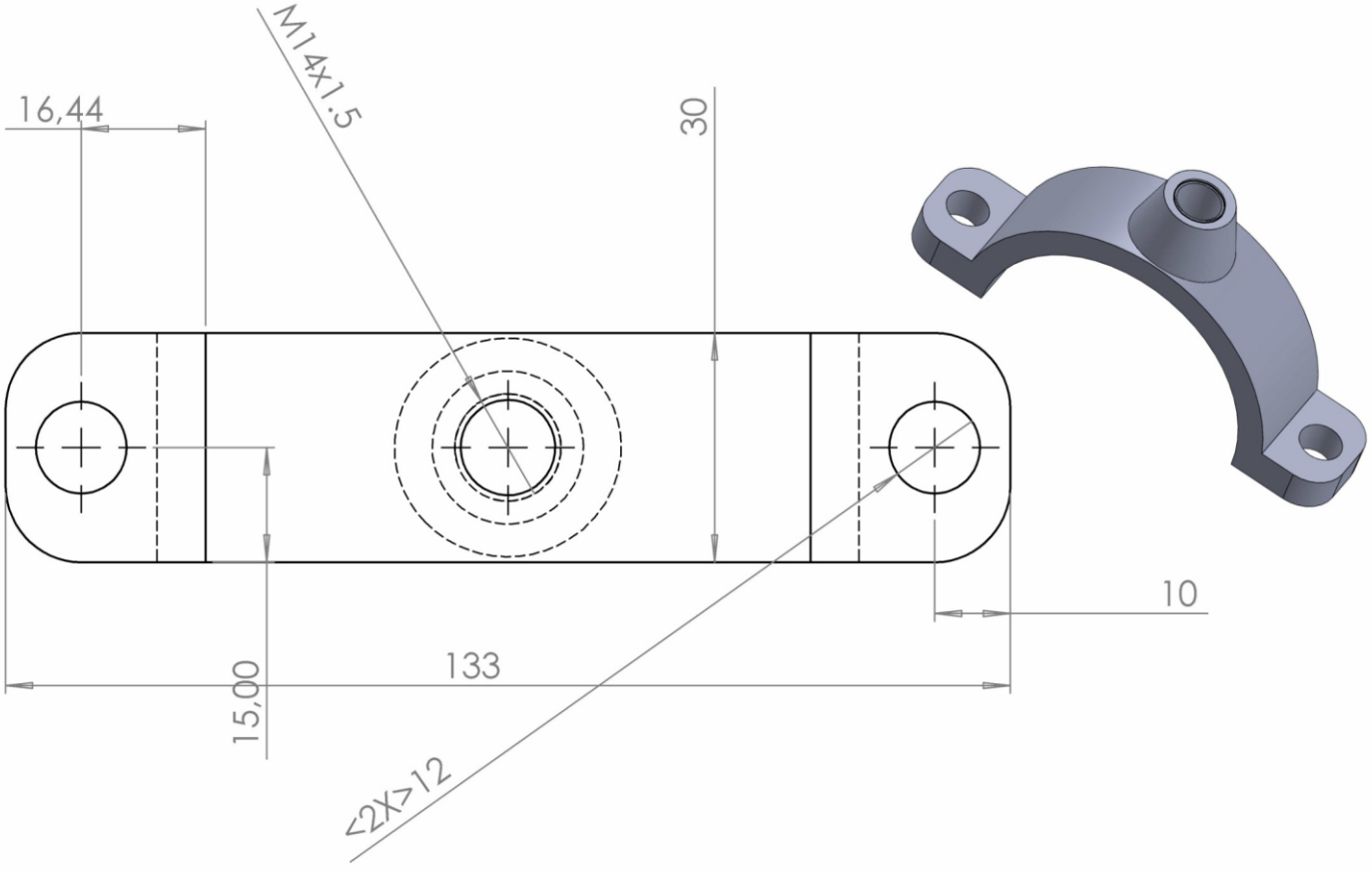

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/3 | **DJIAR MOHAMED** | **UniverSité de Medea** |
| | **Cerçeau PM** | MATIERE: ACIER |
| | | Qte: 06 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |



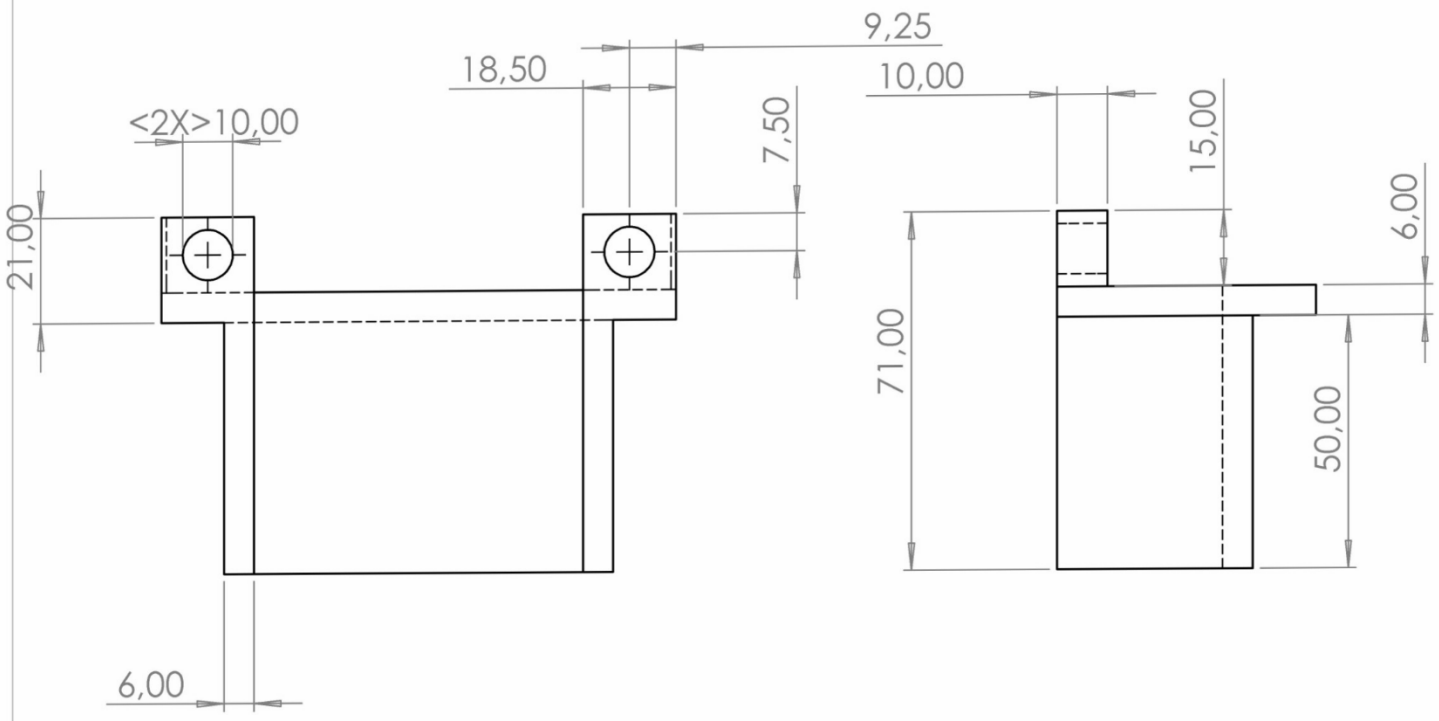


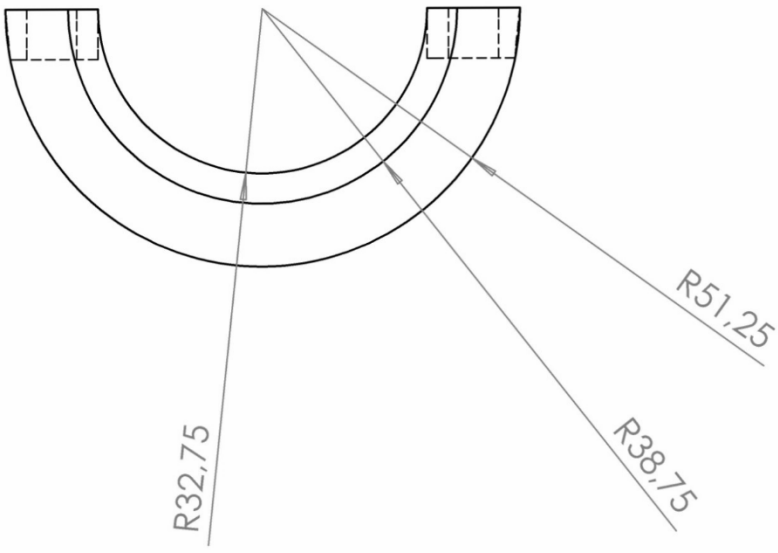

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/6 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **Cerçeau GM** | MATIERE: Acier |
| | | Qte : 06 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

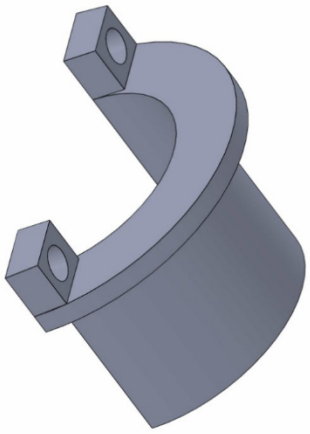


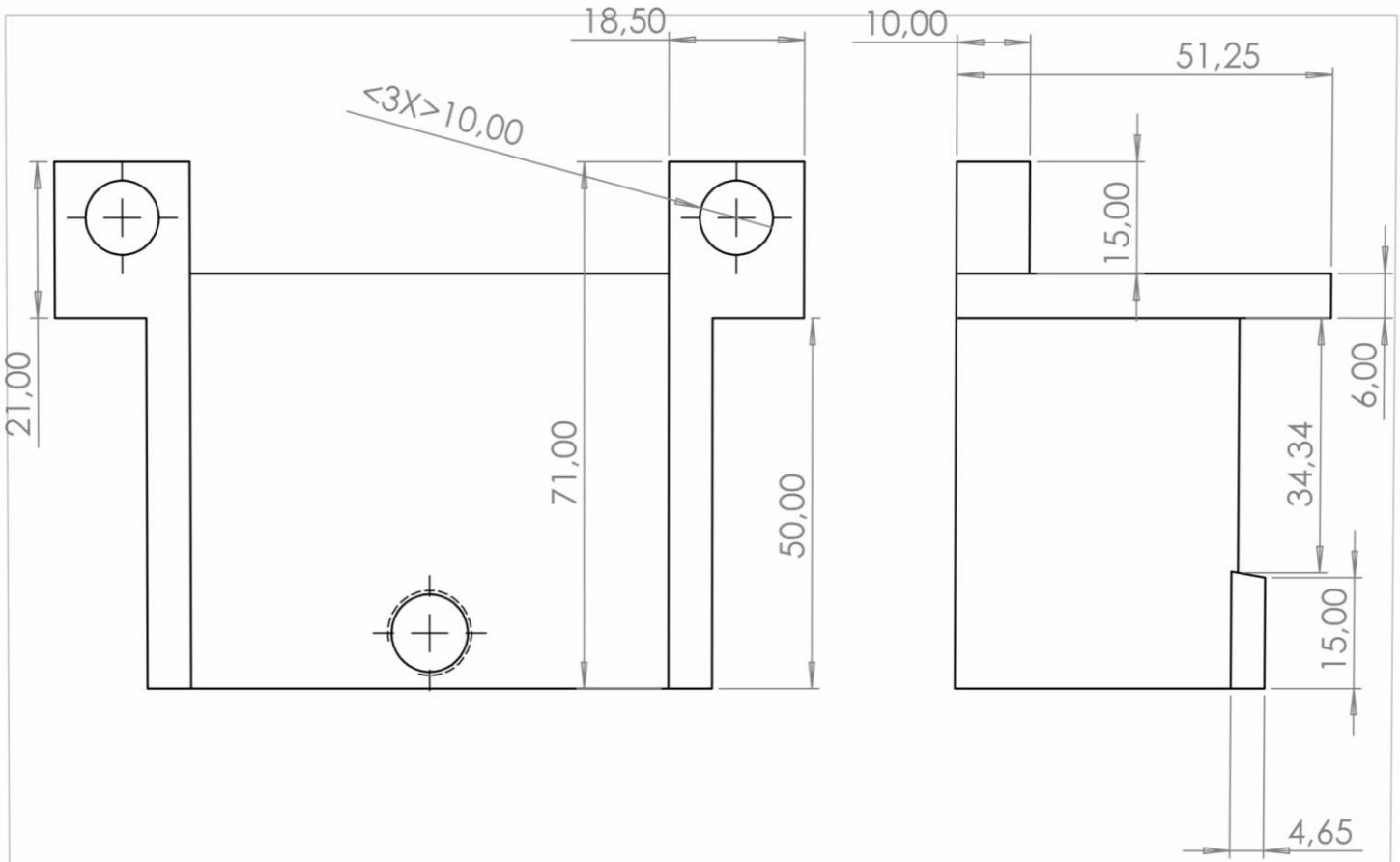

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1 | DJIAR MOHAMED | Univercité de Medea |
| | **BRIDE DE FREIN** | MATIERE: fonte |
| | | Qte: 02 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

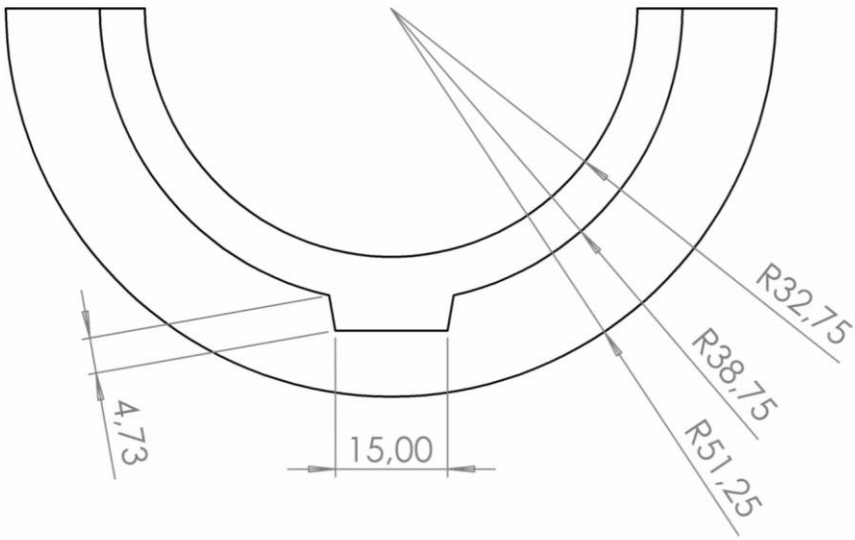


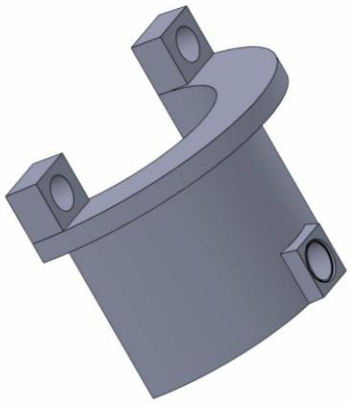



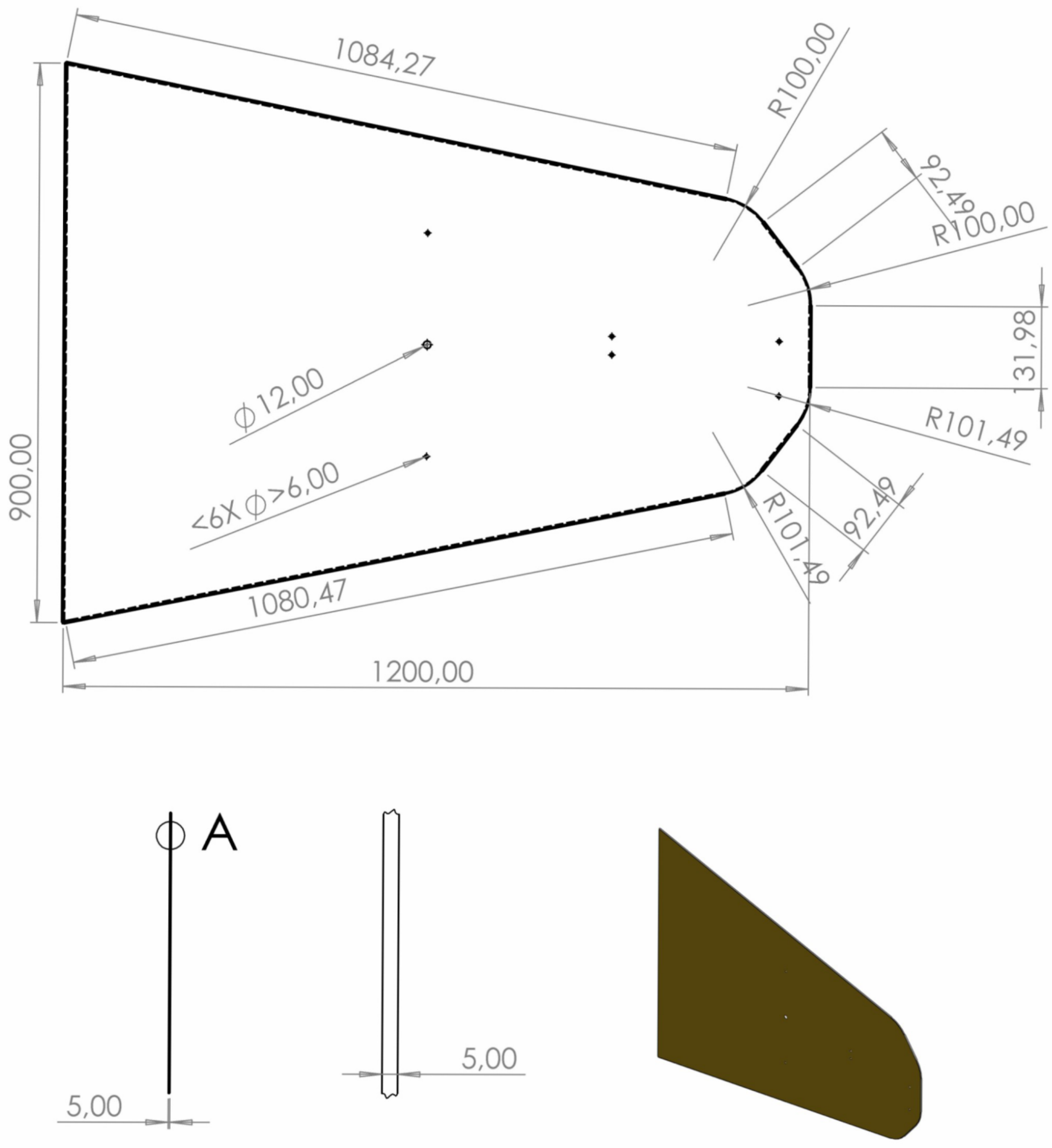
| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1,5 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **CORP DE FREINNAGE N° 02** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |



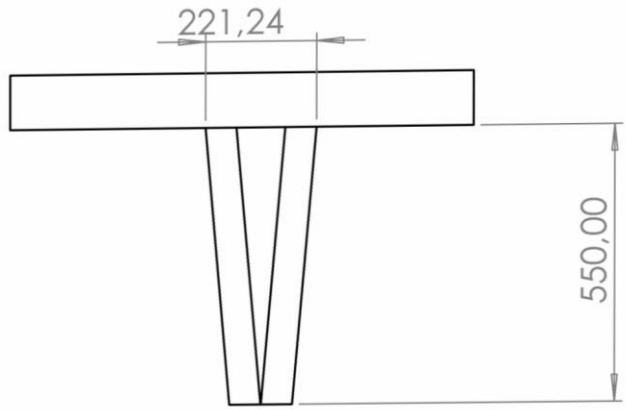



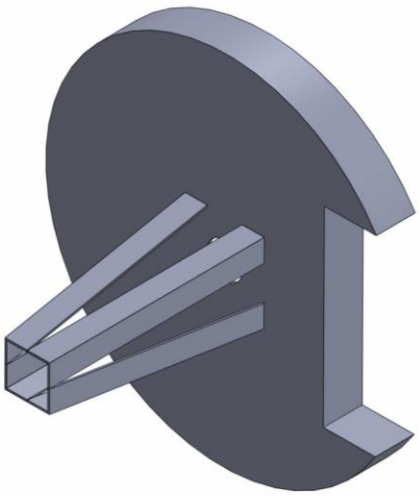
| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **CORP DE FEINNAGE N° 01** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

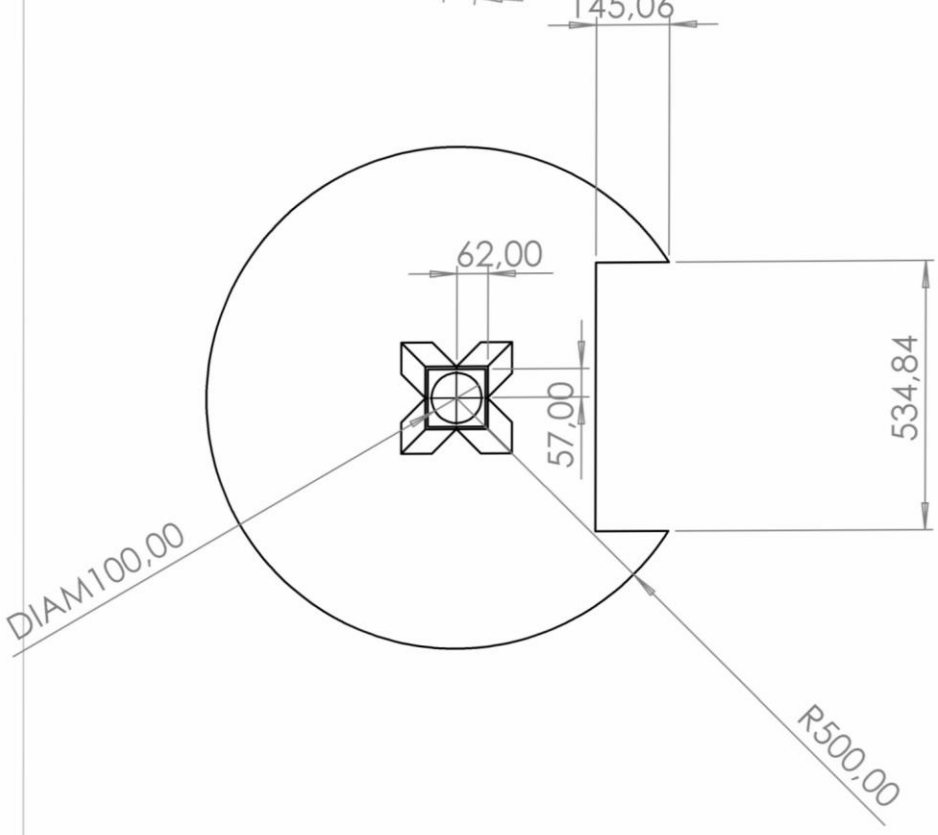



DETAIL A
Echelle 1 : 2

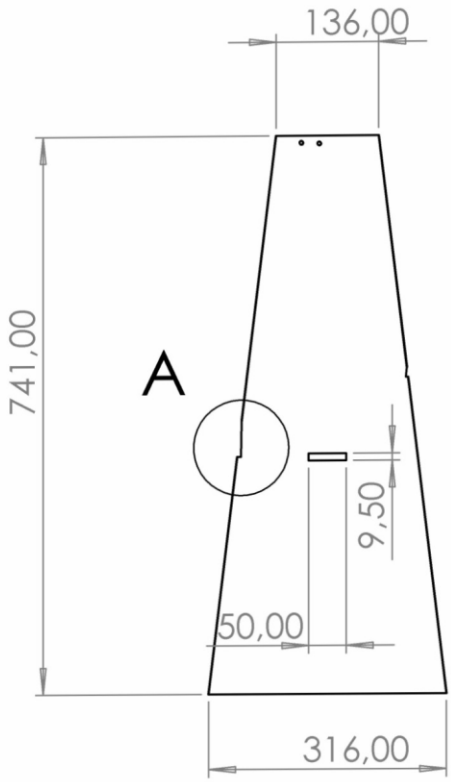
| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/10 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **GOUVERNAIL** | MATIERE: Tole acier |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

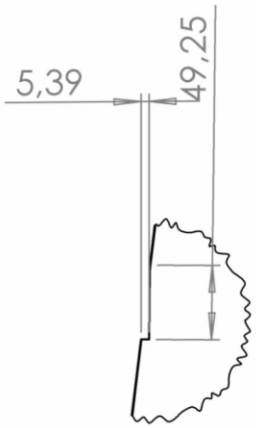


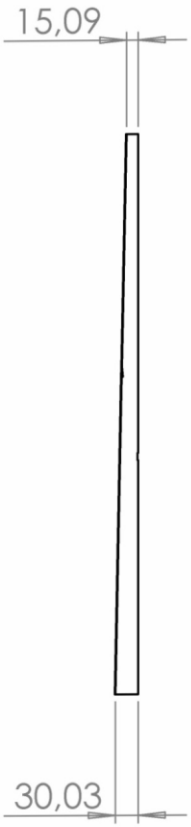



| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/15 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **La tabe de l'éolienne** | Matiere: acier galvaniser |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |



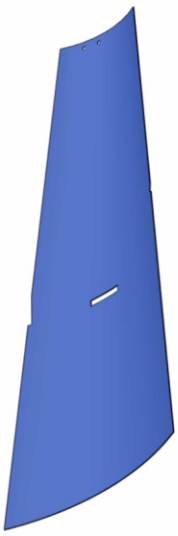




DETAIL A
echelle 1 : 5

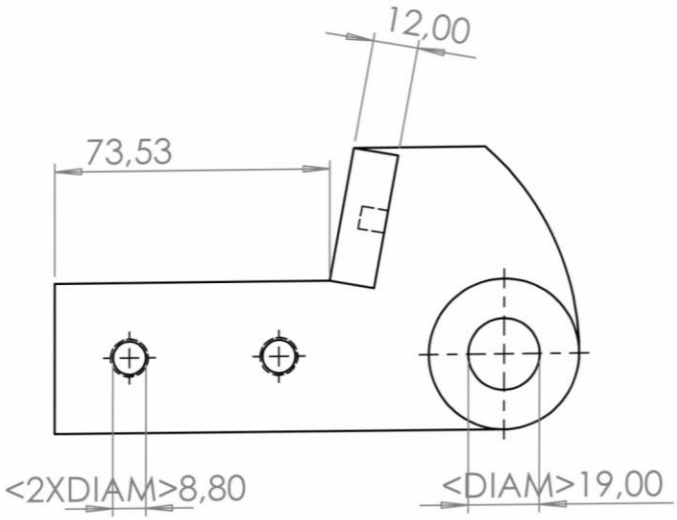


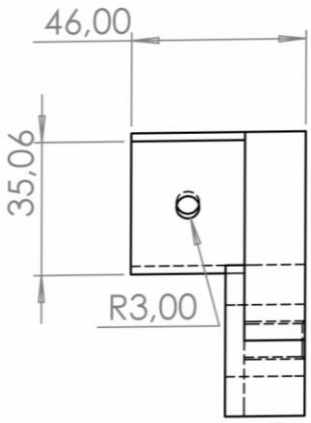


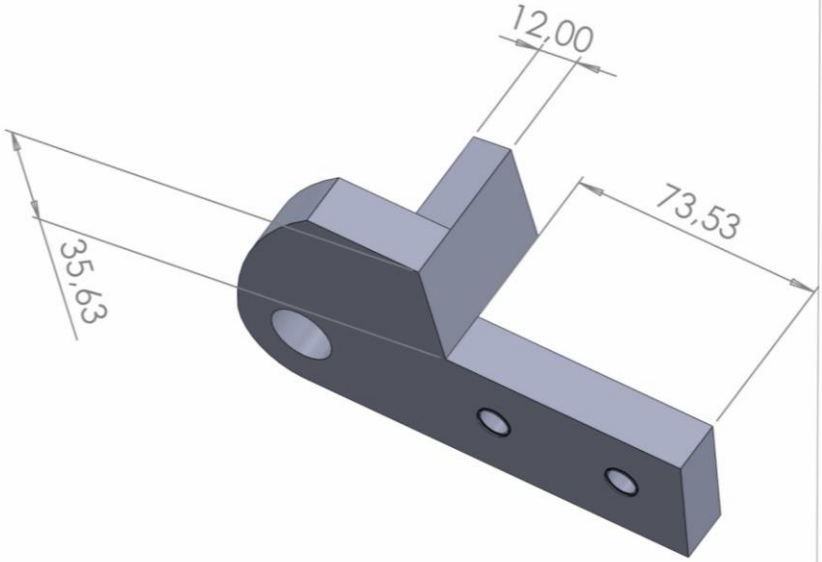


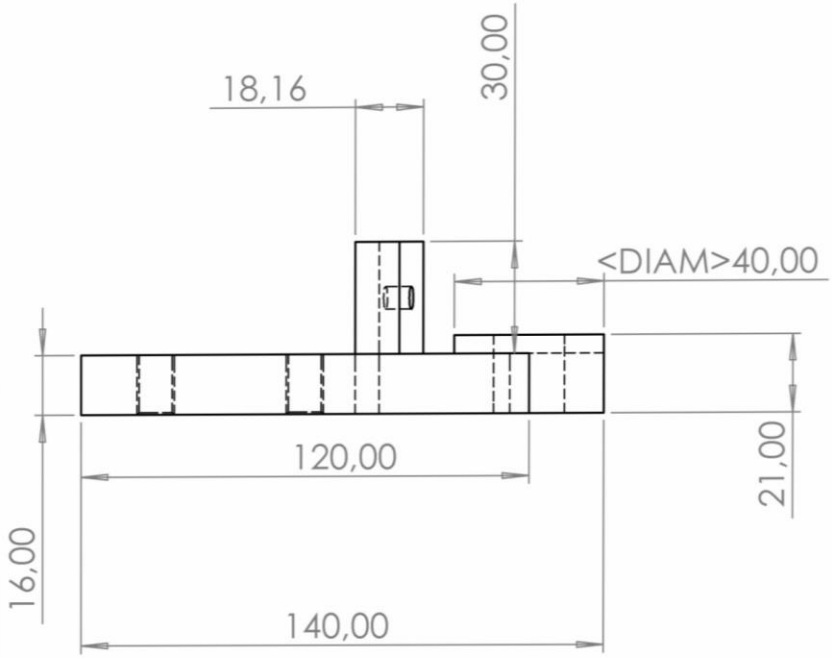


| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/10 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **Helice** | MATIERE: Acier |
| | | Qte : 18 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

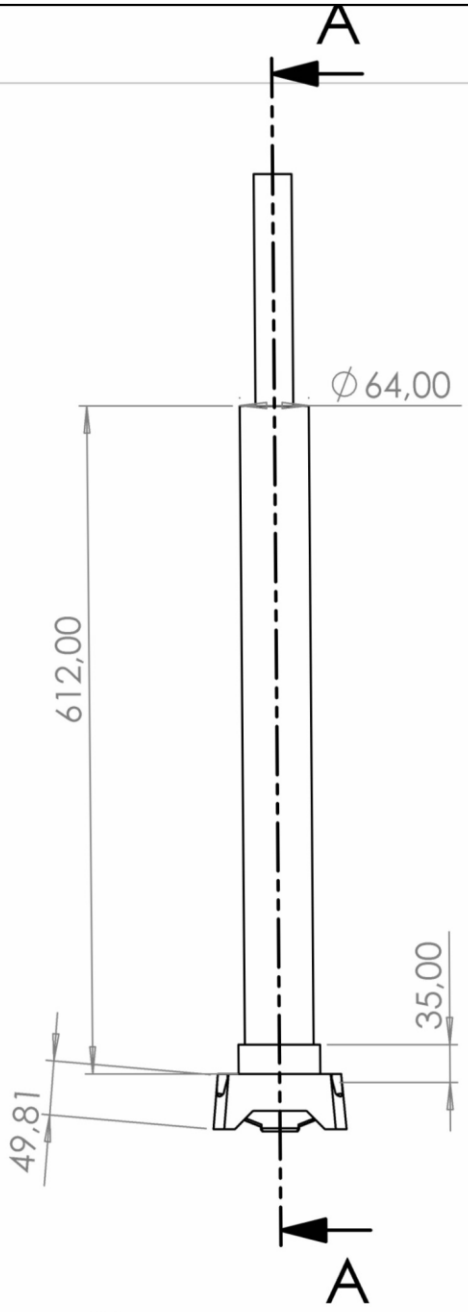


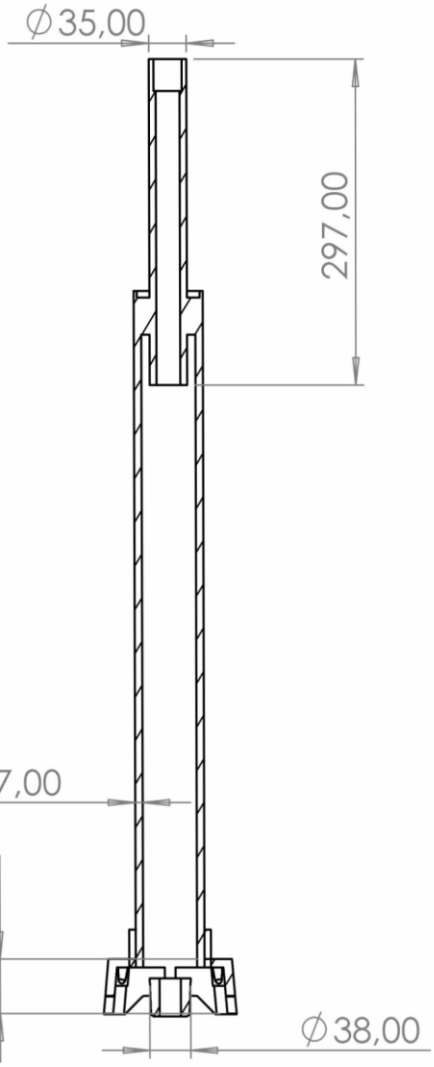



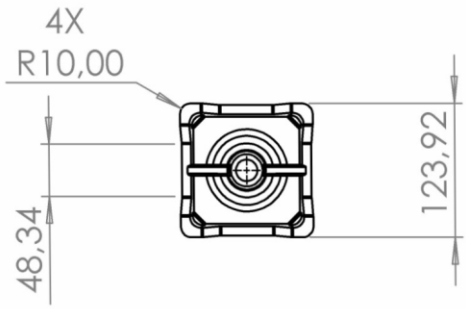



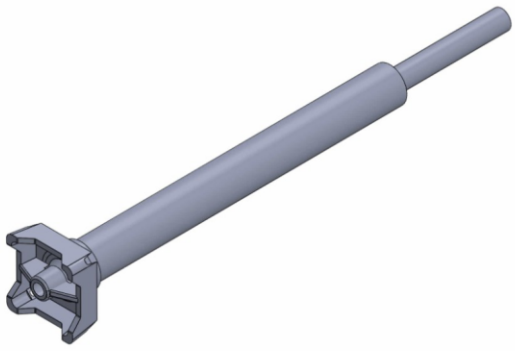

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/2 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **FIXATION DU GOUVERNAILLE** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |



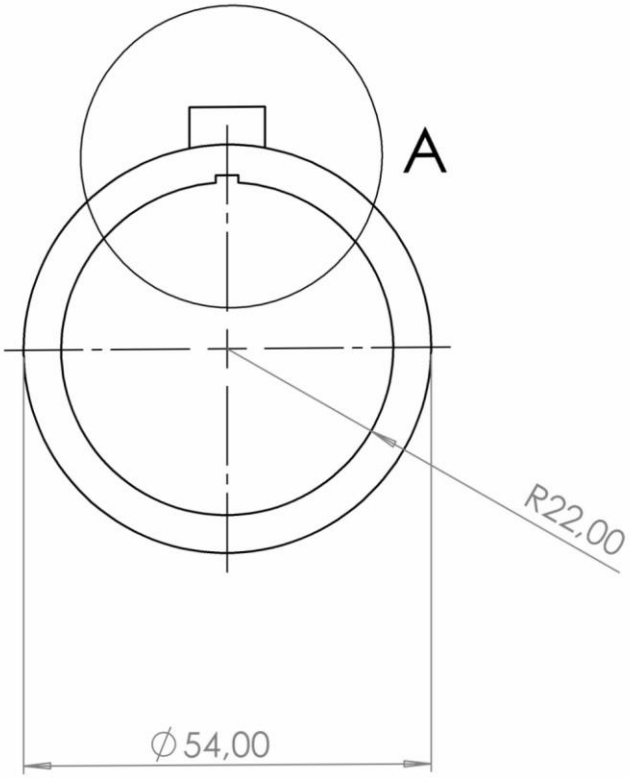



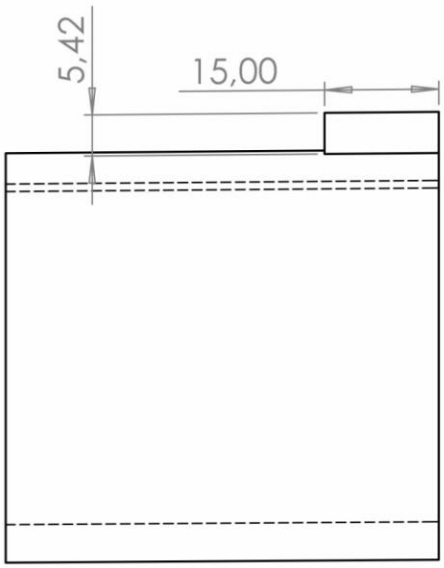

SECTION A-A
Echelle 1 : 7



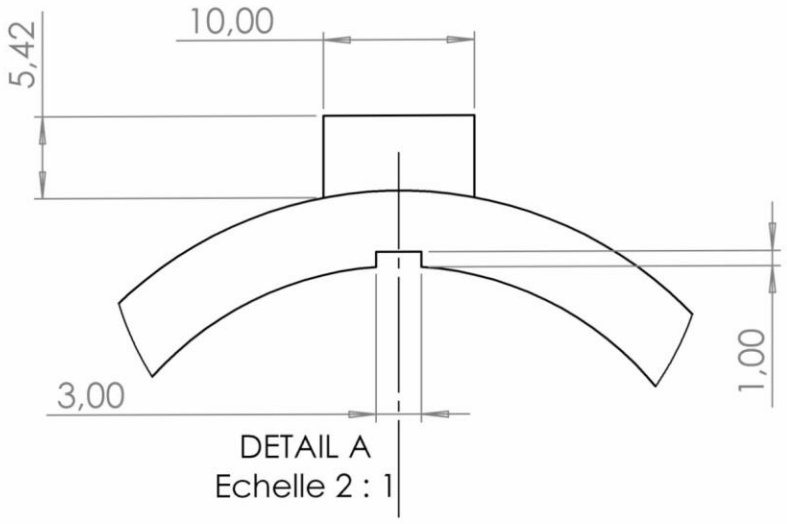



| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/7 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **LE MAT** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

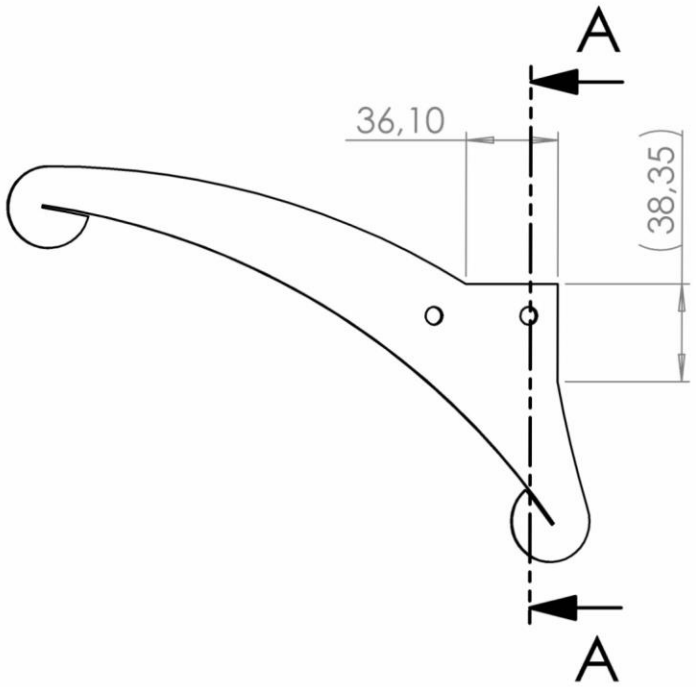


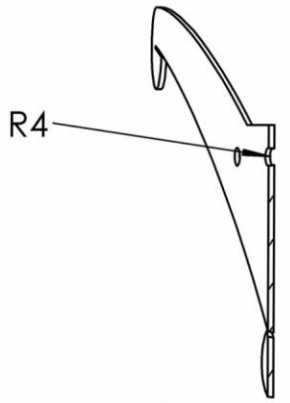





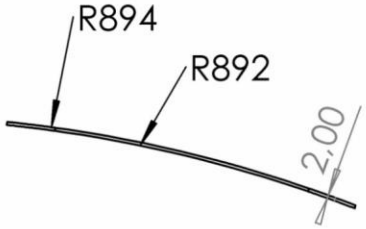

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **Palier lisse** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |



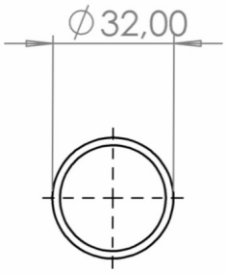



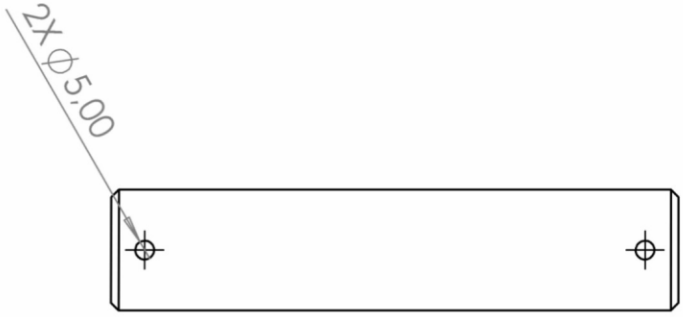

SECTION A-A
Echelle 1 : 3

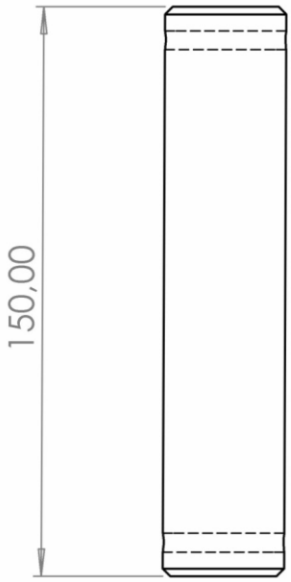





| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/2 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **NERVURE D'HELICE** | MATIERE: ACIER |
| | | Qte : 18 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

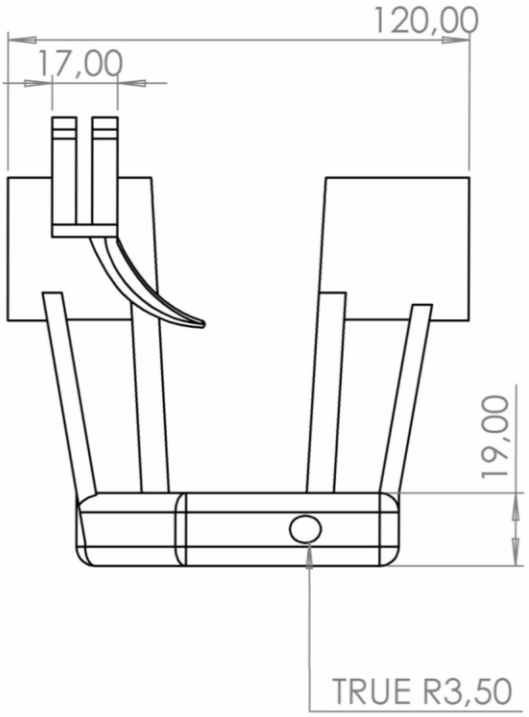


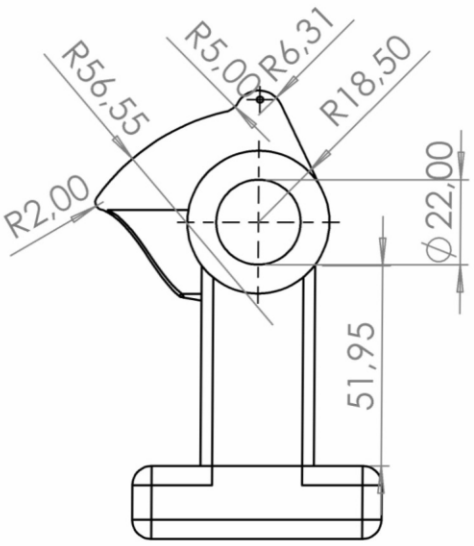



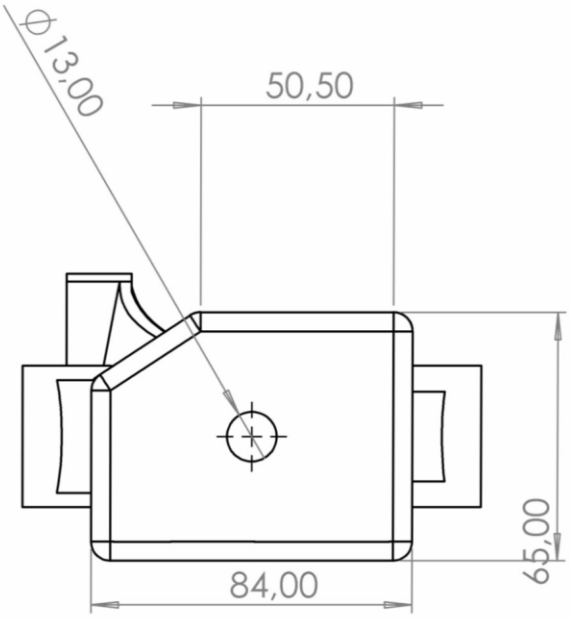



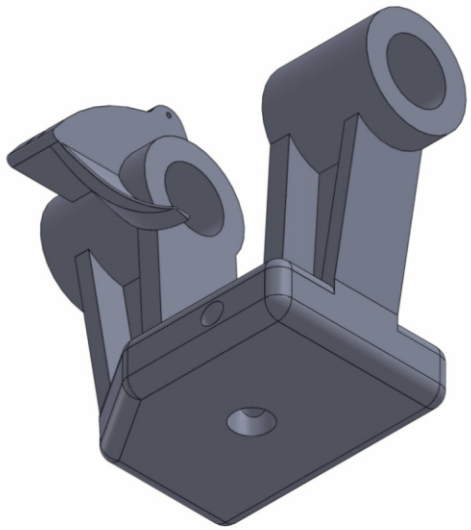



| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/2 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **Axe des roues dentés** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

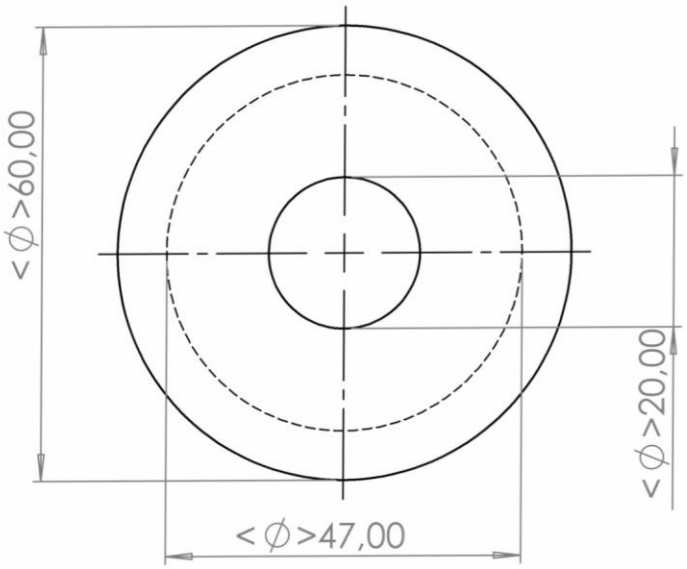


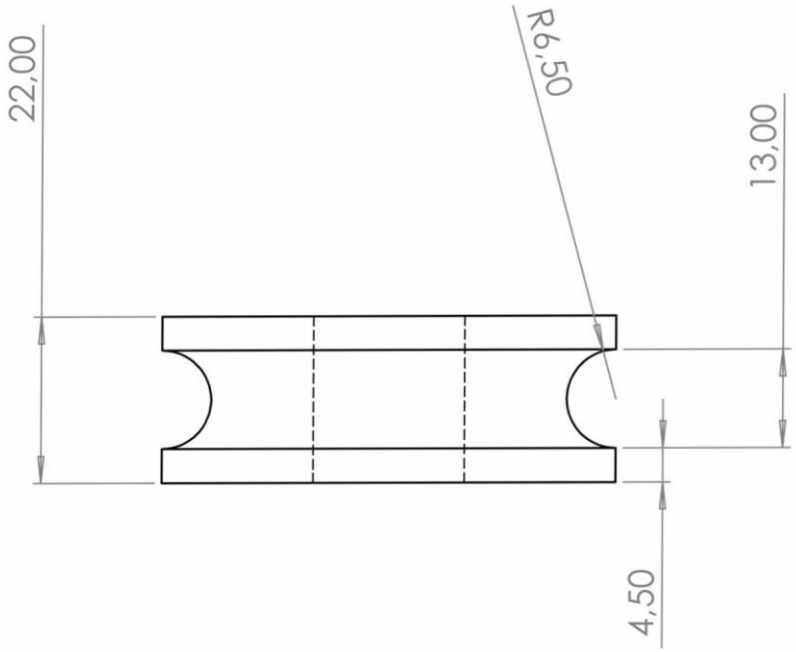



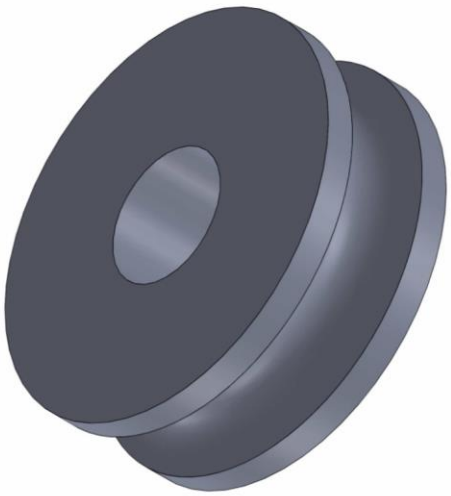



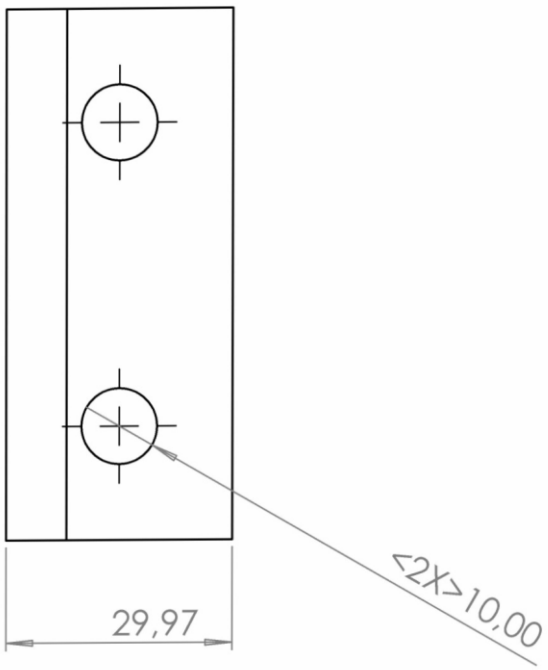
| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/2 | **DJIAR MOHAMED** | **Univercité de Medea** |
| | **Palier lisse** | MATIERE: **fonte** |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

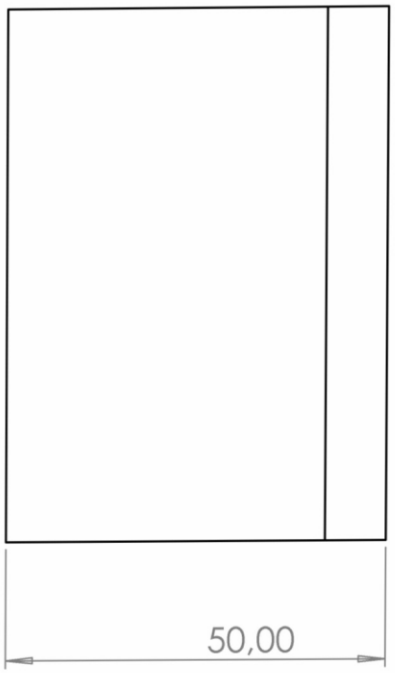


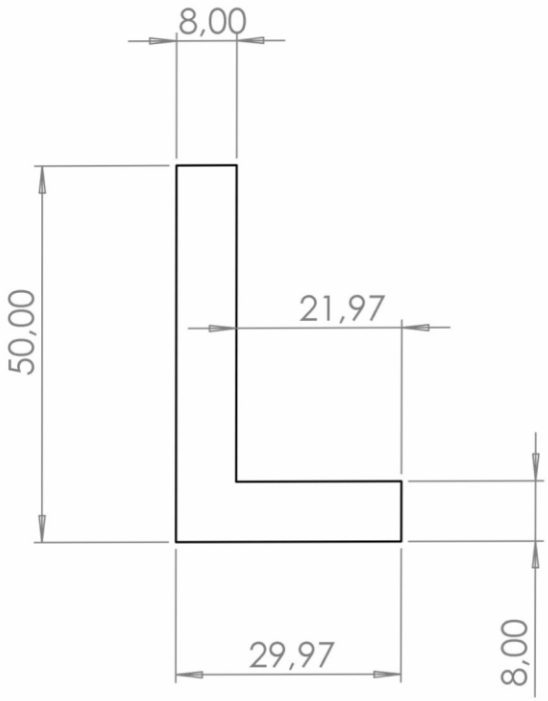



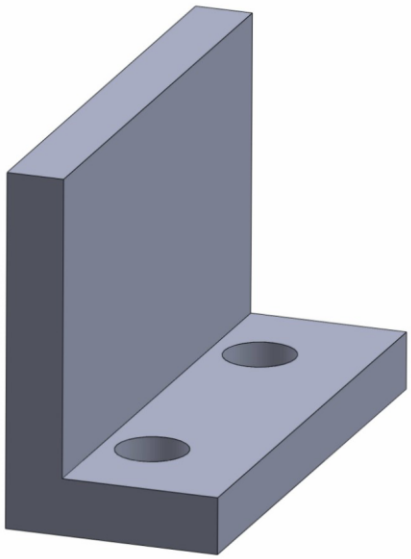



| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | POULIE DE GUIDAGE<br>CABLE FREIN | MATIERE: ACIER<br>Qte : 02 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

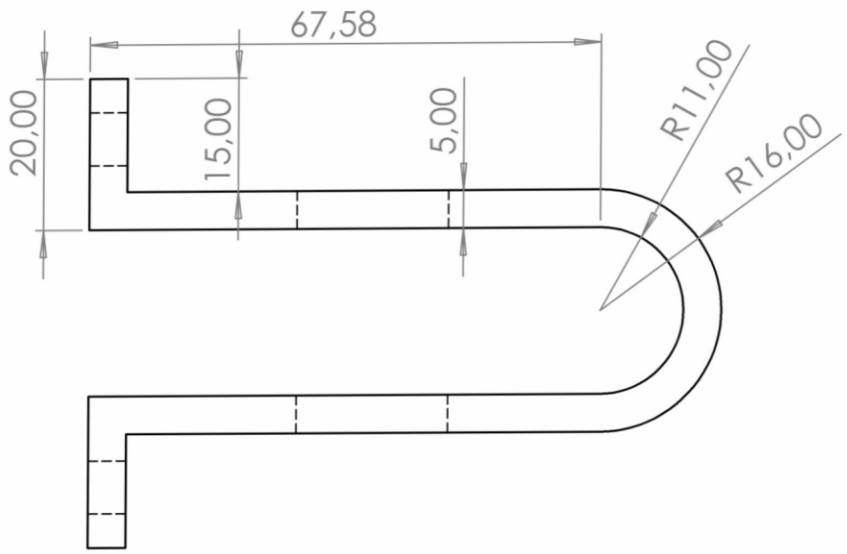


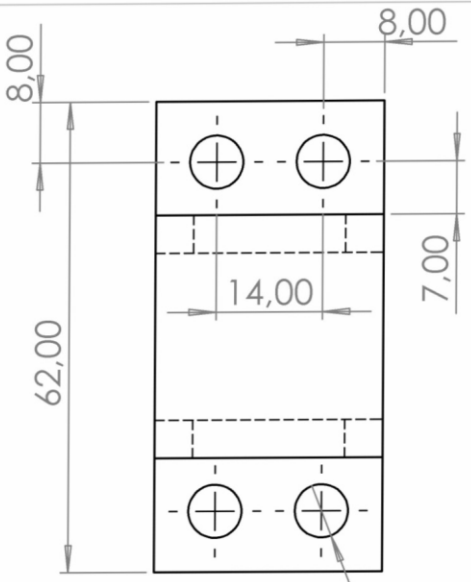



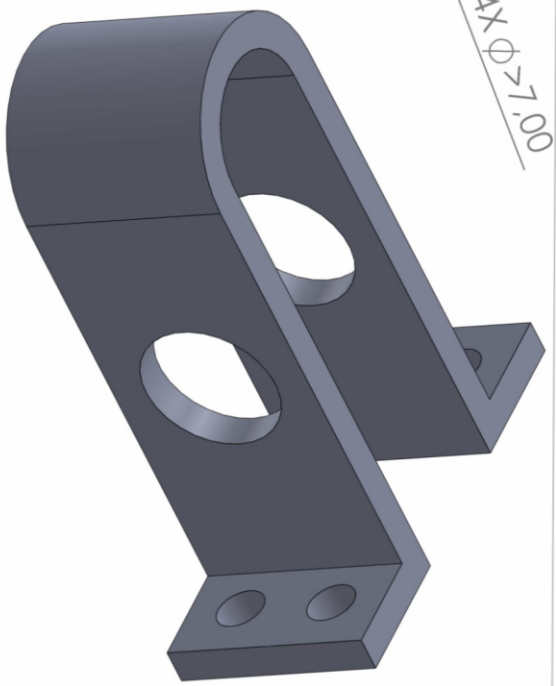



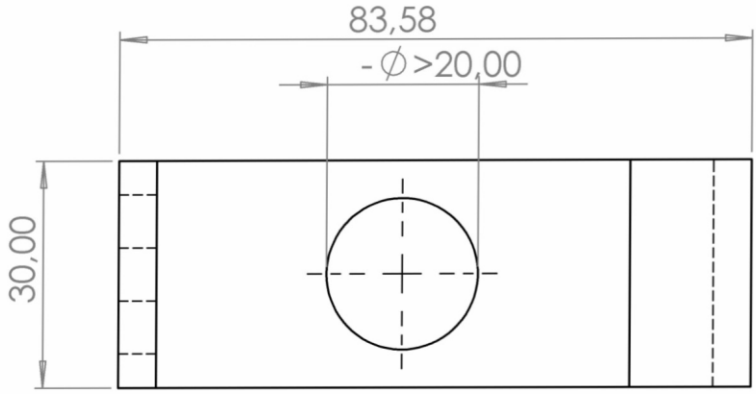



| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1 | **DJIAR MOHAMED** | **Université De Medea** |
| | ACTIONNEUR PEDALE FREIN | Matiere: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

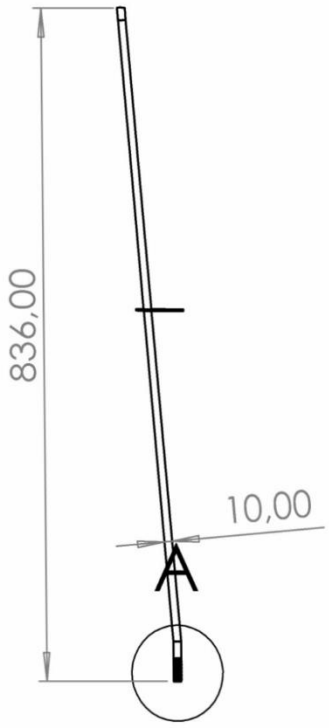


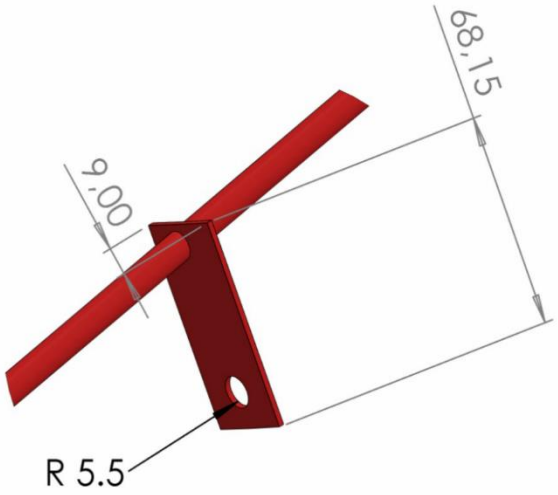



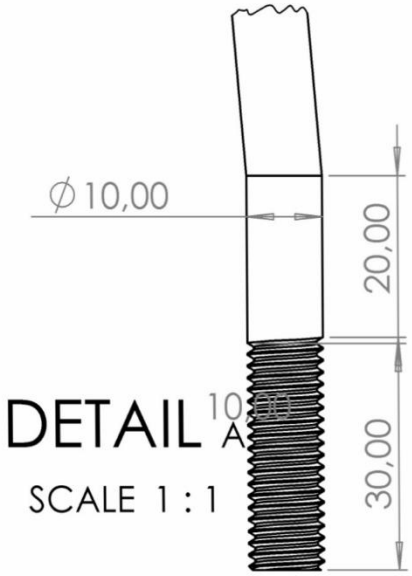




| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **support de poulie de guidages cable de frein** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

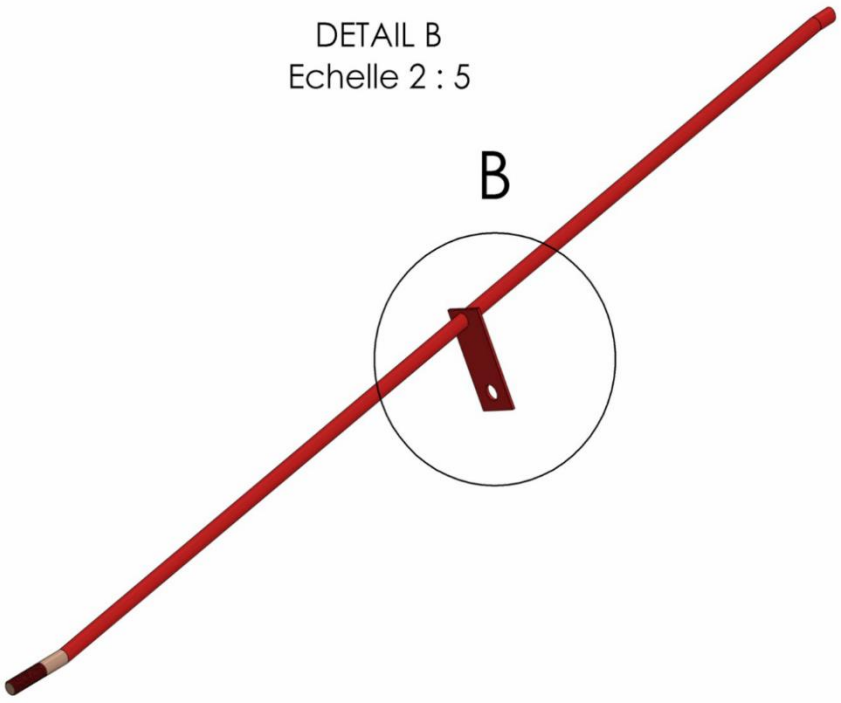




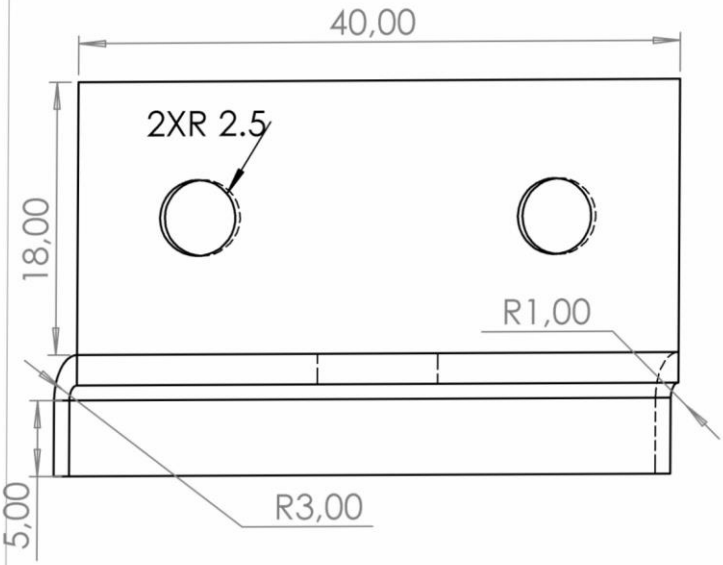



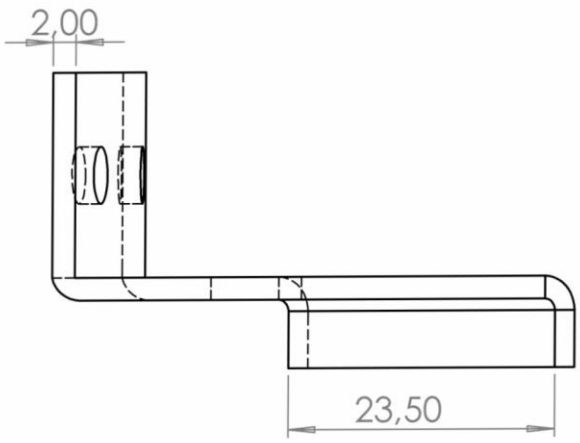



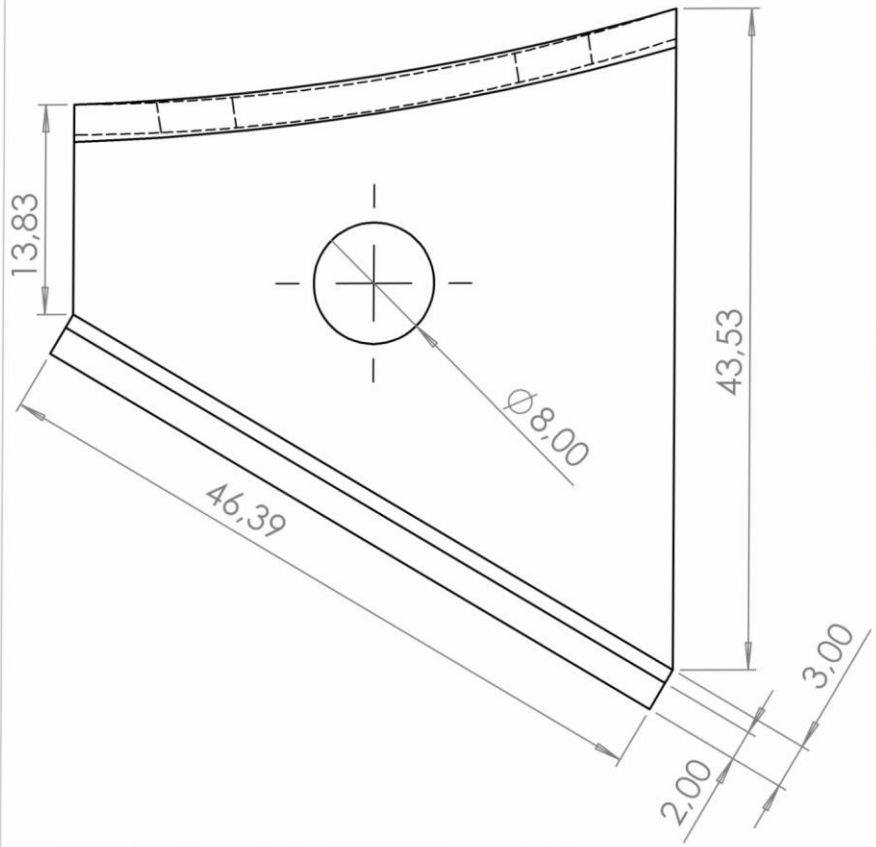

DETAIL B
Echelle 2 : 5

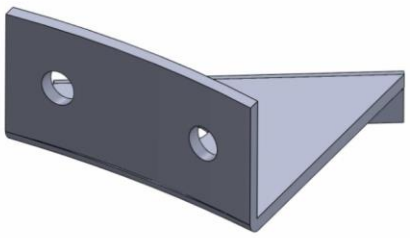



| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/5 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **TIGE DE RENFORCEMENT** | MATIERE: ACIER |
| | | Qte : 12 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |

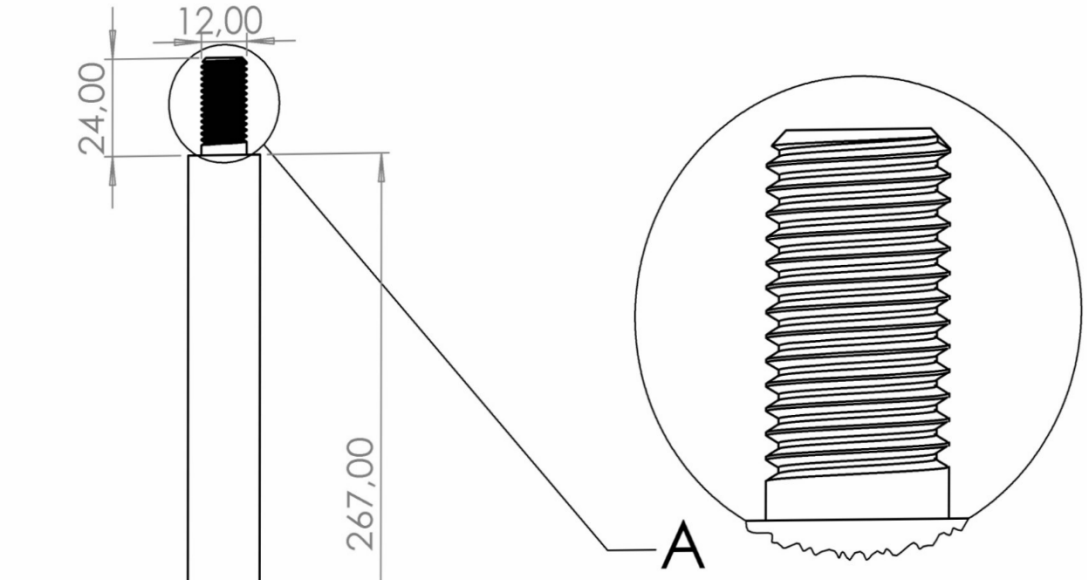


| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/1 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **SUPPORT HELICE** | MATIERE: ACIER |
| | | Qte : 18 |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |




DETAIL A

Echelle 2 : 1







| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1/2 | **DJIAR MOHAMED** | **Université de Medea** |
| | **AXE DU GOUVERNAIL** | MATIERE: ACIER |
| Date: 06/2025 | | Format: A4 |