



Université Mohamed Khider de  
Biskra Faculté Sciences et de la  
Technologie  
Département de Génie Mécanique

# MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Construction Mécanique

Réf. :

---

Présenté et soutenu par :  
**MENA HADIL**

Le : jeudi 20 juin 2024

## ÉTUDE ET CONCEPTION D'UN VÉRIN HYDRAULIQUE

---

### Jury :

Mr.	MASERI TAHER	MCA	Université de Biskra	Président
Mr.	GUERIRA Belhi	Pr	Université de Biskra	Rapporteur
Mr.	HADEF SADEK	MCB	Université de Biskra	Examineur
Mr.	HARZELLI IMAD EDDINE	MCB	Université de BISKRA	Co-encadreur

Année universitaire : 2023 - 2024

# Remerciements

باسم الله الرحمن الرحيم

Au nom de Dieu, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux.

Louange à Dieu, par la grâce de qui les bonnes œuvres se réalisent, et qui m'a octroyé la volonté et la force nécessaires pour surmonter toutes les difficultés et obstacles rencontrés durant mes années d'études.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon superviseur : **Mr. Belhi Guerira**, pour son encadrement exceptionnel, son soutien indéfectible et ses précieux conseils tout au long de la préparation de ce travail. Je lui souhaite santé et longue vie.

Je remercie énormément : **Mr. Harzelli Imad Eddine** pour ses efforts inestimables, sa patience infinie et son influence déterminante sur ce travail.

Ma reconnaissance va également aux membres du jury : **Mr. Masri Taher** et **Mr. Hadeif Sadek**, pour avoir accepté d'évaluer ce travail modeste et pour avoir présidé le jury. Vos directives et remarques précieuses sont et resteront toujours grandement appréciées.

Je tiens à remercier sincèrement tous les employés de la société **SPE** pour leur accueil et leur soutien continu durant ma période de stage. Je mentionne particulièrement **Mr. Berahmoun Halim**, **Mr. Amari Ramzi** et **Mr. Harzelli Imad Eddine** pour leurs conseils précieux à la station d'Oumache Biskra.

Mes remerciements vont également aux membres du corps enseignant de l'**Université Mohamed Khider Biskra, Département de Génie Mécanique**, qui ont enrichi mon bagage scientifique et ont contribué à développer mes connaissances à travers leurs cours et discussions constructives.

À tous ceux qui ont contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de cette recherche, j'exprime mes sincères remerciements et ma profonde gratitude. Je prie Dieu de vous accorder succès et bénédiction.

Enfin, je prie Dieu Tout-Puissant de faire que ce travail soit dédié à Son agrément, qu'il atteigne les objectifs souhaités et qu'il constitue une pierre dans l'édifice de la science et de la connaissance.

## Je dédie ce modeste travail à :

- ✓ Mon père, mon premier soutien et source de ma force,
- ✓ À ma chère mère et première amie,
- ✓ À mes frères et sœurs,
- ✓ A la famille ben zaroualle,
- ✓ À la famille noble Bechichi,
- ✓ À mon frère Mahmoud Kelfali,
- ✓ À Meriem Ouniss,
- ✓ À Hashemi Rahma,
- ✓ Et à toutes mes amies de toujours (Narimen, Ikram...)

## Résumé :

Ce travail vise à étudier et concevoir un vérin hydraulique située à la centrale électrique Sonelgaz à Biskra Oumache-2. Nous avons recueilli toutes les données techniques et les spécifications relatives au vérin hydraulique actuelle utilisée dans le système turbocompressé. Nous avons choisi le logiciel SolidWorks pour concevoir avec précision toutes les pièces mécaniques de ce vérin, en tenant compte de toutes les dimensions et spécifications techniques nécessaires. Nous avons exposé les problèmes rencontrés par le vérin (casse, corrosion, etc.). Ainsi, nous voulons identifier la cause principale qui entraîne sa détérioration. Nous avons proposé les problèmes possibles auxquels une vérin peut être confrontée, et cette étude vise à identifier la cause principale de ce problème ou, au moins, à réduire le champ des possibilités au maximum.

## المخلص:

يهدف هذا العمل الى دراسة وتصميم دافعة هيدروليكية موجودة في محطة انتاج الكهرباء سونلغاز بسكرة اوماش-2 - حيث قمنا بجمع كافة البيانات الفنية والمواصفات المتعلقة بالدافعة الهيدروليكية الحالية المستخدمة في النظام التوربيني. قمنا باختيار برنامج الصوليدواركس لتصميم جميع القطع الميكانيكية لهذه الدافعة بدقة عالية، مع مراعاة جميع الابعاد والمواصفات الفنية الضرورية. حيث عرضنا المشاكل التي تعرضت لها الدافعة (كسر، تآكل...). وبذلك نريد الوصول للسبب الرئيسي الذي يؤدي الى تلفها. قمنا باقتراح المشاكل الممكن لأي دافعة الوقوع فيها وتهدف دراستنا هذه الى الوصول للسبب الرئيسي المتسبب في هذا المشكل او على الاقل تضييق دائرة الاحتمالات الى الحد الاقصى.

## SOMMAIRE

<b>Dédicace</b>	
<b>Remerciement</b>	
<b>Résumé</b>	
<b>Sommaire</b>	iv
<b>Liste des tableaux</b>	Vii
<b>Liste des figures</b>	Ix
<b>Introduction Générale</b>	2
<b>Chapitre 1 : Présentation de l'unité de production d'électricité Oumach_02</b>	
I.1. Introduction	5
I.2. Historique de la centrale Oumache	5
I.3. Situation géographique	6
I.4. Description de la centrale électrique Oumache	7
I.4.1. Commun de la centrale BOP (Balance Of Plant)	7
I.4.1.1. Système de Gaz Combustible FGS (Fuel gas system)	8
I.4.1.3. Station d'Air comprimé	9
I.4.1.4. Traitement de l'eau WT	9
I.4.1.5. Groupes électrogènes	11
I.4.1.6. Réseau eau incendie	12
I.4.1.7. Système de contrôle et de visualisation des équipements électriques (ECMS)	12
I.4.1.8. Système de contrôle distribué (Distributed Control System DCS)	13
I.5. Package de la Turbine à gaz	15
I.5.1. Turbine à gaz SGT5-4000F	15

I.5.2.	Auxiliaires de la turbine à gaz	18
I.5.3.	Générateur SGen5-1000A	19
I.6.	Conclusion	20
<b>Chapitre 02 : Principe des vérins et Techniques de Lubrification</b>		
II.1.	Introduction	22
II.2.	Système d'Alimentation de Lubrifiant	22
II.3.	Système d'Huile de Graissage et de Sustentation	22
II.3.1.	Tâche	22
II.3.2.	Réservoir d'Huile	<b>23</b>
II.3.3.	Pompes d'Huile de Graissage	<b>23</b>
II.3.4.	Refroidisseur d'Huile de Graissage	<b>23</b>
II.3.5.	Filtres d'Huile de Graissage	<b>24</b>
II.4.	Vireur hydraulique	24
II.4.1.	Vireur d'Arbre	24
III.5	Description technique sur les composants du vireur hydraulique	26
II.5.1.	Moteur hydraulique	26
II.5.2.	Denture	27
II.5.3.	Rotor	27
II.5.4.	Cylindre	27
II.5.5.	Capteur de vitesse	27
II.5.6.	Détecteur de proximité	27
II.6.	Les Vérins	28
II.6.1.	Types de Vérins	28

II.5.2. Composants Communs des Vérins	28
II.5.3. Les différents vérins et leurs symbolisations	29
II.5.4. Domaines d'applications	30
II.6. Caractéristiques des actionneurs hydrauliques	30
II.7. Conclusion	31
<b>Chapitre 03 : Conception d'un vérin hydraulique</b>	
III.1. Introduction	33
III.2. Problématique	33
III.3. Informations sur le vérin hydraulique	34
III.4. Description	34
III.5. Déclaration des matériaux	35
III.5.1. Description	36
III.6. Analyse des défauts	40
III.7. Les pièces de ce vérin hydraulique	41
III.8. Le dessin industriel	43
III.9. Modélisation géométrique des éléments d'un vérin hydraulique	44
III.9.1. Le dessin de définition	44
III.9.1.1. Arbre de vérin	45
III.9.1.2. Piston de vérin	45
III.9.1.3. Corps de vérin	46
III.9.1.4. Flasque avant	47
III.9.1.5. Flasque arrière	48
III.9.1.6. Ecrou d'étanchéité	48
III.9.1.7. Flasque	49

III.9.2. Le dessin d'ensemble	50
III.9.2.1. L'ensemble des pièces du vérin hydraulique	50
III.9.2.2. Vérin assemblé	51
III.9.2.3. Anatomie du vérin hydraulique	51
III.9.2.4. Schéma en coupe de vérin hydraulique	53
III.10. Les causes probables de détérioration de ce vérin hydraulique	54
III.10.1. Type d'huile	54
III.10.2. Pollution de l'huile	54
III.10.3. Géométrie et tolérances des	55
III.10.4. Flambement	55
III.10.5. Choix des joints par rapport à l'application	56
III.10.6. Réglage des fins de course	57
III.11. Conclusion	57
Conclusion général	58
Référence	60

Liste des Tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Définition du tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 3.1</b>	Description de vérin.	<b>34</b>
<b>Tableau 3.2</b>	Table des matériaux.	<b>35</b>

<b>Liste des Figures</b>		
<b>Figure</b>	<b>Définition de la figure</b>	<b>Page</b>
<b>Figure I.1</b>	Photo satellite du site de la centrale d'Oumache.	<b>6</b>
<b>Figure I.2</b>	Poste Gaz.	<b>8</b>
<b>Figure I.3</b>	Station de traitement des eaux.	<b>8</b>
<b>Figure I.4</b>	Station d'air comprimé.	<b>9</b>
<b>Figure I.5</b>	Station de traitement des eaux.	<b>11</b>
<b>Figure I.6</b>	Les Groupes électrogènes.	<b>11</b>
<b>Figure I.7</b>	Réservoirs d'eau d'incendie.	<b>12</b>
<b>Figure I.8</b>	Architecture de DCS de l'unité Oumache II.	<b>14</b>
<b>Figure I.9</b>	Vue en 3D d'une centrale à gaz.	<b>15</b>
<b>Figure I.10</b>	Turbine à gaz SGT5-4000F.	<b>16</b>
<b>Figure I.11</b>	Compresseur de turbine à gaz (15 étages).	<b>16</b>
<b>Figure I.12</b>	Chambre de Combustion.	<b>17</b>
<b>Figure I.13</b>	Vue en 3D de la TG et ses auxiliaires.	<b>18</b>
<b>Figure I.14</b>	Ensemble alternateur SGen5-1000A.	<b>20</b>
<b>Figure II.1</b>	Vireur hydraulique.	<b>26</b>
<b>Figure III.1</b>	Vérin hydraulique présentant le problème.	<b>33</b>
<b>Figure III.2</b>	Usure dans le corps.	<b>41</b>
<b>Figure III.3</b>	Rupture d'arbre.	<b>41</b>
<b>Figure III.4</b>	Flasque avant.	<b>41</b>
<b>Figure III.5</b>	Écrou d'étanchéité.	<b>41</b>
<b>Figure III.6</b>	Arbre de vérin.	<b>42</b>
<b>Figure III.7</b>	Piston.	<b>42</b>

<b>Figure III.8</b>	Flasque arrière.	<b>42</b>
<b>Figure III.9</b>	Support de fixation.	<b>42</b>
<b>Figure III.10</b>	Flasque de vérin.	<b>42</b>
<b>Figure III.11</b>	Logiciels spécialisés de CAD.	<b>43</b>
<b>Figure III.12</b>	Dessin de définition en SolidWorks.	<b>44</b>
<b>Figure III.13</b>	Arbre de vérin hydraulique.	<b>45</b>
<b>Figure III.14</b>	Piston d'arbre.	<b>46</b>
<b>Figure III.15</b>	Corps de vérin.	<b>47</b>
<b>Figure III.16</b>	Flasque avant.	<b>47</b>
<b>Figure III.17</b>	Flasque arrière.	<b>48</b>
<b>Figure III.18</b>	Écrou d'étanchéité.	<b>49</b>
<b>Figure III.19</b>	Flasque.	<b>50</b>
<b>Figure III.20</b>	L'ensemble des pièces du vérin hydraulique.	<b>50</b>
<b>Figure III.21</b>	Vérin assemblé.	<b>51</b>
<b>Figure III.22</b>	Dessin d'assemblage d'un vérin hydraulique.	<b>52</b>
<b>Figure III.23</b>	Coupe de vérin hydraulique.	<b>53</b>

# Introduction Générale

## ***Introduction Générale***

Le projet de la centrale électrique à cycle simple d'Oumache à Biskra a été conçu pour renforcer le réseau électrique national en fournissant de l'énergie supplémentaire. Équipée de deux ensembles turbogénérateurs, chacun d'une puissance de 228 MW, la centrale dispose d'une capacité installée totale de 456,89 MW. Ce projet fait partie d'un plan d'urgence visant à augmenter la capacité de production de 1600 MW, dans le but de répondre à la demande croissante en énergie, d'assurer la continuité et la qualité du service électrique, et de sécuriser l'approvisionnement en électricité de la région.

Face à l'augmentation de la consommation d'énergie et au besoin urgent d'une électricité fiable, le développement de centrales comme celle d'Oumache devient crucial. Le projet a débuté par un contrat attribué le 31 octobre 2013 à Hanwha Engineering & Construction par la Société Algérienne de Production de l'Électricité (SPE), une filiale de SONELGAZ. La collaboration de Hanwha avec Siemens, qui a fourni deux turbines à gaz SGT5 4000F et une sous-station mobile de 400 kV, souligne l'intégration de technologies avancées pour accélérer la connexion de la centrale au réseau national.

Située dans la Daïra d'Oumache, à 430 km au sud-est d'Alger et à 65 km de la ville de Biskra, cette centrale est stratégiquement située pour desservir efficacement la région. La conception globale comprend divers systèmes critiques, y compris les systèmes de gaz combustible et de fioul, les stations d'air comprimé, les installations de traitement de l'eau et des mécanismes robustes de sécurité incendie. Chaque composant est soigneusement planifié pour améliorer l'efficacité opérationnelle et la sécurité, faisant d'Oumache un atout essentiel dans l'infrastructure énergétique de l'Algérie.

Cependant, la centrale a rencontré des défis significatifs, notamment concernant le cylindre hydraulique situé au niveau du système d'exploitation de la turbine à gaz. Ce cylindre hydraulique est essentiel pour le fonctionnement des turbines, fournissant la force nécessaire et le contrôle du mouvement. Malgré son rôle critique, ce composant est sujet à des problèmes tels que les défaillances de joints, la contamination des fluides et l'usure. Ces problèmes peuvent entraîner des inefficacités opérationnelles, une augmentation des coûts de maintenance et des arrêts potentiels. Oui, cela se produit à la centrale d'Oumache, Notre objective est identifier les causes profondes de ces problèmes et de trouver des solutions efficaces.

Pour ce faire, le travail de mémoire est reparti en trois chapitres :

- Le premier chapitre est concentré sur le projet de la centrale Oumache\_02 à Biskra, visant à augmenter la capacité de production nationale de 456,89 MW afin de répondre à la demande croissante en électricité et garantir la continuité du service. Cette centrale constitue un élément essentiel pour atteindre le développement durable et la croissance économique du pays.
- Le deuxième chapitre est consacré sur l'étude des vérins. Ce dernier, convertissant l'énergie en force mécanique, sont essentiels pour des mouvements précis dans diverses applications industrielles. La lubrification adéquate est cruciale pour réduire les frottements, minimiser l'usure et prolonger la durée de vie des vérins, assurant ainsi leur performance et fiabilité.
- Le troisième chapitre est proposé une méthodologie claire pour concevoir un vérin hydraulique chez Sonelgaz, afin de simuler et analyser ses défaillances récurrentes dans le système de lubrification de la turbine.

A la fin de ce chapitre, nous terminons le présent mémoire par une conclusion générale et une étude bibliographique avec d'annexe.

# Chapitre I

## Présentation de l'unité de production d'électricité

Oumache\_02

## **I.1. Introduction :**

L'Algérie, riche en ressources naturelles, a entrepris d'importants projets pour diversifier et renforcer son infrastructure énergétique. L'unité de production Oumache\_02 s'inscrit pleinement dans cette démarche stratégique, visant à augmenter la capacité de production nationale et à réduire la dépendance aux importations énergétiques. En fournissant une source stable d'électricité, cette centrale joue un rôle clé dans le soutien au développement économique et industriel du pays.

Le projet de la centrale à cycle simple d'Oumache à Biskra a été conçu dans le but de renforcer le réseau électrique national en fournissant de l'énergie fiable. Cette centrale est équipée de deux groupes turbo-alternateurs, chacun ayant une puissance de 228 MW, totalisant ainsi une capacité installée de 456,89 MW. Elle s'inscrit dans le cadre du plan d'urgence visant à augmenter la capacité de production de 1600 MW. Les principaux objectifs de cette centrale sont les suivants [1] :

- Répondre à la demande croissante en énergie.
- Assurer la continuité et la qualité du service électrique.
- Garantir la sécurité de l'alimentation électrique de la région.

L'unité de production d'électricité Oumache\_02 est une composante essentielle du paysage énergétique algérien. Grâce à ses technologies avancées et à son efficacité opérationnelle, elle joue un rôle vital dans l'approvisionnement en électricité du pays, tout en soutenant ses objectifs de développement durable et de croissance économique.

## **I.2. Historique de la centrale Oumache :**

La centrale électrique d'Oumache, située dans la wilaya de Biskra, est née d'une nécessité croissante de renforcer le réseau électrique algérien face à une demande en constante augmentation. L'Algérie, riche en ressources naturelles, a entrepris de diversifier ses sources d'énergie et de moderniser ses infrastructures énergétiques. La décision de construire la centrale d'Oumache s'inscrit dans cette vision stratégique, avec l'objectif de sécuriser l'approvisionnement électrique et de soutenir le développement économique national. [2]

La conception de la centrale Oumache a été initiée dans le cadre du plan d'urgence énergétique lancé par le gouvernement algérien au début des années 2010. Ce plan visait à augmenter rapidement la capacité de production d'électricité du pays pour faire face aux pénuries et à l'augmentation de la demande. [3]

Le 31 octobre 2013, Hanwha Engineering & Construction a annoncé qu'elle avait remporté le contrat de construction pour une centrale électrique d'une capacité totale de 456,89 MW, délivré par la Société Algérienne de Production d'Electricité (SPE), une filiale de la Société Nationale de l'Electricité et du Gaz (SONELGAZ). Cette entreprise avait déjà démontré son savoir-faire en construisant avec succès une raffinerie de pétrole à Arzew en Algérie en 2008, dans le cadre du projet SONATRACH. [4]

Pour faciliter le raccordement rapide de cette centrale électrique située à Biskra, en Algérie, Hanwha Engineering & Construction a fait appel à Siemens. Siemens s'est ainsi vu confier le contrat pour fournir deux turbines à gaz SGT5 4000F (2 x 228 MW) ainsi qu'une sous-station mobile de 400 kV, permettant l'évacuation de l'énergie produite par la centrale vers le réseau électrique algérien. Cette centrale sera exploitée par la Société de Production de l'Electricité (SPE). [4]

### I.3. Situation géographique :

La centrale électrique d'Oumache, située dans la daïra d'Oumache, wilaya de Biskra, à 430 km au sud-est d'Alger et à 65 km de la ville de Biskra, est née d'une nécessité croissante de renforcer le réseau électrique algérien face à une demande en constante augmentation. L'Algérie, riche en ressources naturelles, a entrepris de diversifier ses sources d'énergie et de moderniser ses infrastructures énergétiques. La décision de construire la centrale d'Oumache s'inscrit dans cette vision stratégique, avec l'objectif de sécuriser l'approvisionnement électrique et de soutenir le développement économique national. [3]



Figure I.1 : Photo satellite du site de la centrale d'Oumache.

## **I.4. Description de la centrale électrique Oumache :**

La centrale Oumache fait appel à des turbines à gaz de pointe, réputées pour leur efficacité et leurs performances exceptionnelles. Ces turbines ont été spécifiquement conçues pour maximiser la production d'électricité tout en réduisant au minimum les pertes d'énergie. De plus, des systèmes de contrôle sophistiqués assurent une gestion précise et efficace des opérations, garantissant ainsi une continuité de service et une qualité optimale. Description de la centrale électrique Oumache [5] :

### **I.4.1. Commun de la centrale BOP (Balance Of Plant) :**

#### **I.4.1.1. Système de Gaz Combustible FGS (Fuel Gas System) :**

Le circuit de gaz de combustion a pour rôle d'alimenter efficacement les turbines à gaz en gaz naturel de combustion, en respectant les pressions et températures requises, tout en répondant aux normes de sécurité. Voici les composants du circuit de gaz de combustion :

- **Vanne principale de sécurité ESDV (Emergency Shutdown Valve) :** Cette vanne, présente en une seule unité à 100 %, doit normalement rester fermée pour empêcher toute fuite de gaz en cas d'urgence. Elle se déclenche en moins de 5 secondes pour garantir la sécurité.
- **Séparateur de gaz de combustion :** Il existe deux unités à 100 %. Le séparateur, également appelé cyclone à haut rendement, élimine l'humidité et les matières solides présentes dans le gaz combustible.
- **Filtre de gaz de combustion :** Deux unités à 100 % sont utilisées pour éliminer les poussières fines et l'humidité restantes après le passage par le séparateur.
- **Dispositif de comptage de gaz de combustion :** Une seule unité à 100 % est installée pour mesurer précisément la quantité de gaz de combustion.
- **Réchauffeur au gaz de combustion :** Deux unités à 100 % assurent le réchauffement du gaz avant son utilisation dans les turbines.
- **Poste de réduction de pression de gaz :** Quatre unités à 50 % (soit 60/32 bars) sont responsables de la réduction de la pression du gaz avant son injection dans les turbines.



*Figure I.2* : Poste Gaz.

#### **I.4.1.2. Système de fuel combustible :**

- **Déchargement de fuel (dépotage) :** Ce système gère le transfert du fuel depuis les réservoirs de stockage vers les installations de la centrale électrique.
- **Alimentation en fuel combustible pour la turbine à gaz (Station de transfert) :** Cette partie du système assure l'approvisionnement en fuel pour les turbines à gaz, qui sont souvent utilisées dans les centrales électriques.
- **Alimentation de fuel combustible pour les groupes diesel BSDG :** Les groupes diesel (ou groupes électrogènes) fonctionnent au fuel et fournissent de l'électricité en cas de besoin. Ce système garantit que ces groupes ont suffisamment de fuel pour fonctionner.
- **Décantation de fuel combustible :** La décantation est un processus qui sépare les impuretés et l'eau du fuel, assurant ainsi que le fuel utilisé est propre et de haute qualité.



*Figure I.3* : Station de traitement des eaux.

### I.4.1.3. Station d'Air comprimé :

L'objectif du système d'air comprimé est de garantir un approvisionnement fiable en air, à la fois pour les processus industriels (équipements) et les services, dans des quantités et une qualité appropriée pour les différents utilisateurs de la zone de l'usine. À l'exception des deux turbines à gaz, le constructeur fournira un système d'air comprimé dédié pour ces dernières. En revanche, le système d'air de processus et de services est fourni comme un équipement commun pour l'ensemble de l'usine, dans le but d'améliorer la disponibilité, la fiabilité et l'efficacité d'utilisation.

L'air de processus, utilisé pour les équipements, servira à alimenter ces derniers et à commander la station. Il sera également utilisé pour actionner des soupapes de régulation, des pilotes pneumatiques et des analyseurs de gaz de combustion, entre autres. D'autre part, l'air de services sera utilisé pour les opérations mécaniques, les outils pneumatiques et les clés de serrage pendant le fonctionnement et la maintenance.



*Figure I.4* : Station d'air comprimé.

### I.4.1.4. Traitement de l'eau WT :

Ce compose de quatre systèmes principaux :

➤ **Système d'eau brute :**

Le système d'eau brute a pour principale fonction d'alimenter en eau brute la station de prétraitement des eaux, afin de produire de l'eau de service. Voici les composants clés de ce système [6] :

- **Pompes à eau de puits** : Deux pompes de type centrifuge submersible sont utilisées pour extraire l'eau brute des puits. Elles fonctionnent à pleine capacité et sont partagées entre les différents besoins de l'usine.

- **Réservoir de tampon d'eau brute** : Ce réservoir, de forme conique, cylindrique et verticale, stocke l'eau brute provenant des pompes de puits. Il sert de réserve pour la station de prétraitement des eaux.
- **Pompes de transfert d'eau brute** : Deux pompes de type centrifuge horizontale sont responsables du transfert de l'eau brute du réservoir de tampon vers la station de prétraitement. Elles aussi fonctionnent à pleine capacité et sont partagées entre les différents besoins.
- **Tuyauterie associée et afférents** : L'ensemble du réseau de tuyauterie, vannes et raccords assure le transport de l'eau brute entre les différents composants du système.
- **Contrôle par le DCS** : Le système d'eau brute est géré et contrôlé par le Distributed Control System (DCS), qui permet de surveiller et de réguler les opérations.

➤ **Système d'eau de Service :**

- **Le système d'eau de service** reçoit l'eau en provenance de l'usine de prétraitement d'eau. Cette eau est ensuite stockée dans des réservoirs dédiés à l'eau de service. Enfin, elle est distribuée aux différentes installations utilisatrices de la manière suivante [7] :
- **Station de traitement d'eau potable** : L'eau de service est acheminée vers cette station où elle subit un traitement supplémentaire pour la rendre potable et propre à la consommation humaine.
- **Usine d'eau déminéralisée** : Dans cette usine, l'eau de service est utilisée pour produire de l'eau déminéralisée, qui est souvent nécessaire dans des processus industriels spécifiques.
- **Système de distribution d'eau de service** : Ce système assure la répartition de l'eau de service vers les différents points d'utilisation dans l'usine, tels que les robinets, les équipements de refroidissement, etc.
- **Système contre l'incendie** : L'eau de service est également utilisée pour alimenter le système de lutte contre l'incendie, garantissant ainsi la sécurité des installations en cas d'urgence.

➤ **Système d'eau Déminéralisée :**

**Le système d'alimentation en eau déminéralisée** : joue un rôle essentiel dans le processus de production et de distribution d'eau hautement purifiée. Voici une description reformulée [8] L'eau déminéralisée produite dans la station de traitement des eaux est stockée dans un réservoir dédié à l'eau déminéralisée.

Cette eau est ensuite distribuée aux utilisateurs de l'usine via les réseaux d'eau déminéralisée connectés à la sortie de la station.

Le système d'alimentation en eau déminéralisée est géré et contrôlé par le Distributed Control System (DCS).

➤ **Système d'eau Potable :**

Le système d'alimentation en eau potable a pour fonction de stocker l'eau dans un réservoir de stockage et de la distribuer aux différents utilisateurs de l'usine via le réseau de sortie de la station de traitement des eaux. La gestion et le contrôle de ce système sont assurés par le Distributed Control System (DCS). [9]



*Figure I.5* : Station de traitement des eaux.

**I.4.1.5. Groupes électrogènes :**

En cas de panne dans le réseau électrique algérien, six moteurs diesel, chacun entraînant un alternateur, permettent une reprise rapide de la centrale. Ces moteurs fournissent une tension de 6,6 kV pour l'alimentation en moyenne tension (MT) avec une puissance totale de 2 MW. [10]



*Figure I.6* : Groupes électrogènes.

#### I.4.1.6. Réseau eau incendie :

Pour garantir la sécurité incendie de toutes les installations, un système de détection est en place, permettant d'éteindre rapidement les feux. Ce système couvre l'ensemble de l'usine, protégeant les transformateurs, les réservoirs de carburant et les différents bâtiments.

À l'intérieur de l'usine, un compartiment est équipé d'un système de protection incendie par injection de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Ce système est conçu pour éteindre les incendies en réduisant rapidement la teneur en oxygène de l'air à moins de 15 % (en volume) par rapport à la concentration normale dans l'air ambiant (environ 21 %). Cette concentration insuffisante empêche le phénomène de combustion. La conception du système répond aux exigences des recommandations de protection incendie et prend en compte le risque d'auto-allumage lié à un éventuel contact avec des pièces métalliques portées à haute température. Il maintient la concentration nécessaire à l'extinction pendant une période prolongée, minimisant ainsi le risque d'un nouveau feu. [11]

L'usine dispose de trois réservoirs d'eau d'incendie : deux réservoirs primaires d'une capacité de 4000 m<sup>3</sup> chacun, ainsi qu'un réservoir supplémentaire d'une capacité de 1300 m<sup>3</sup>.



*Figure I.7 :* Réservoirs d'eau d'incendie.

#### I.4.1.7. Système de contrôle et de visualisation des équipements électriques (ECMS) :

Le système ECMS permet de contrôler et de surveiller une installation électrique dans une centrale en utilisant des stations d'ingénierie (EWS), des stations opérateurs (OWS) et un réseau de communication optique.

- Les principaux équipements électriques couverts par ce système [12] :
- **Poste haute tension HT 400 kV GIS (Gas Insulated Switchgear) :** Ce poste gère la distribution de l'électricité à haute tension.

- **Transformateur principal** : Il assure la conversion de la tension pour l'alimentation des différents circuits.
- **Transformateur de soutirage** : Ce transformateur permet de prélever de l'énergie à une tension spécifique.
- **Groupes diesel de secours (BSDG et EDG)** : Ces groupes assurent l'alimentation en cas de panne du réseau électrique principal.
- **Appareils de commutation moyenne tension MV 6,6 kV** : Ils gèrent la distribution de l'électricité à moyenne tension.
- **Appareils de commutation basse tension LV 400 V** : Ils gèrent la distribution de l'électricité à basse tension.
- **Chargeur des batteries** : Il maintient les batteries en charge pour assurer leur disponibilité en cas de besoin.
- **Alimentation sans coupure (UPS)** : Ce système garantit une alimentation continue en cas de coupure électrique.
- Les fonctions principales de l'ECMS sont les suivantes :
  - **Contrôle** : Surveiller et ajuster les paramètres des équipements électriques.
  - **Supervision** : Observer l'état global du système et détecter d'éventuelles anomalies.
  - **Diagnostic** : Identifier les problèmes et proposer des solutions.
  - **Mesure de l'énergie** : Suivre la consommation électrique.
  - **Gestion des alarmes** : Réagir aux alertes en cas de dysfonctionnement.
  - **Création de tendances et de rapports** : Analyser les données sur une période donnée.

#### **I.4.1.8. Système de contrôle distribué (Distributed Control System DCS) :**

Le DCS (Distributed Control System) ou SNCC (Système Numérique de Contrôle et de Commande) est un système qui permet à la fois la **supervision** et le **contrôle en temps réel** des procédés industriels. Voici les principales fonctions de ce système :

- **Supervision** :
  - Traduire l'état de chaque instrument existant sur le site en utilisant différentes représentations graphiques.
  - Associer ces informations à des vues ou à des graphiques descriptifs sur les stations opérateurs (OWS).
  - Permettre à l'opérateur de surveiller le site en temps réel.
  - Faciliter les interventions nécessaires (par exemple, modifier la consigne d'un régulateur PID, passer en mode Auto/Manuel, acquitter les alarmes, etc.).

➤ **Contrôle en temps réel :**

- Utiliser la régulation ou le calcul séquentiel pour répondre aux exigences du cahier des charges.
- Assurer un fonctionnement optimal du système en ajustant les paramètres en temps réel.

Dans la centrale électrique Oumache, deux DCS différents sont utilisés : l'un pour les BOP (Balance of Plant) et l'autre pour la turbine à gaz et leurs auxiliaires. [13]

➤ **DCS des BOP :**

Le DCS de la marque japonaise YOKOGAWA, avec la dernière génération CENTUM VP R5.03.20, comprend les éléments suivants :

- **Engineering Work Station (EWS) :** Principalement utilisée comme poste pour tester, modifier et charger la configuration. Elle peut également servir de station opérateur.
- **Human Interface System (HIS) :** Cette station est principalement utilisée comme poste de conduite de l'opérateur. Elle peut également supporter les fonctions d'ingénierie de configuration et de maintenance.
- **Field Control Station (FCS) :** La FCS réalise les fonctions de contrôle, notamment la régulation et le calcul séquentiel.
- **V-Net :** Ce bus de contrôle haute vitesse en temps réel relie les différentes stations du système, telles que FCS, HIS, BCV et CGW.
- **V-Net IP :** Bus de contrôle conforme à la IEEE802.3 et TCP/IP communication protocole. Il supporte une vitesse de transmission de 1 Gbps ou 100 Mbps. [14]

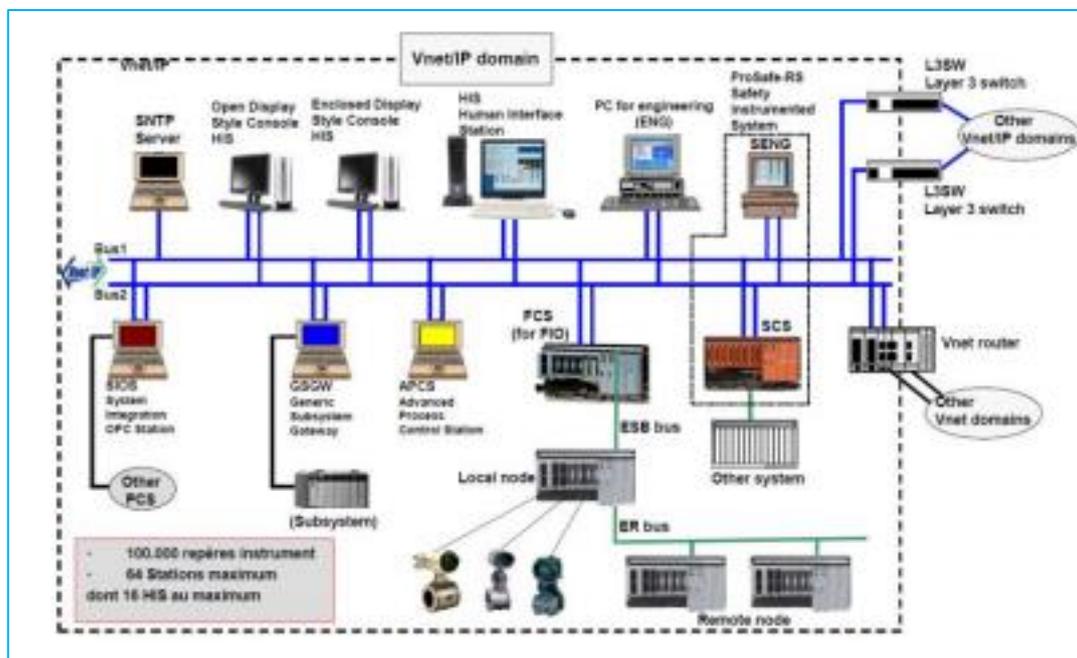


Figure I.8 : Architecture de DCS de l'unité Oumache 02.

## I.5. Package de la Turbine à gaz :

Le package de la turbine à gaz se compose essentiellement de deux composants majeurs [15]

- **Turbine à gaz SGT5-4000F** de **Siemens**, qui offre des performances exceptionnelles et une grande efficacité. Elle est conçue pour une maintenance facile, réduisant ainsi les temps d'arrêt et garantissant une disponibilité maximale. Ses passages internes d'air de refroidissement assurent un fonctionnement fiable à long terme et une mise en service rapide. L'optimisation hydraulique des jeux (HCO) réduit les pertes de jeu pour augmenter l'efficacité de la turbine à gaz et minimiser la dégradation au démarrage et à l'arrêt.
- **Générateur SGen5-1000A**, également de **Siemens**, qui joue un rôle essentiel dans la production d'électricité. Il convertit l'énergie mécanique générée par la turbine à gaz en électricité. Le SGen5-1000A est conçu pour une efficacité maximale et une fiabilité accrue, contribuant ainsi à la performance globale du package de la turbine à gaz. Ces composants principaux sont complétés par des auxiliaires qui ne sont pas montés directement sur la turbine, mais qui sont essentiels pour son fonctionnement optimal.

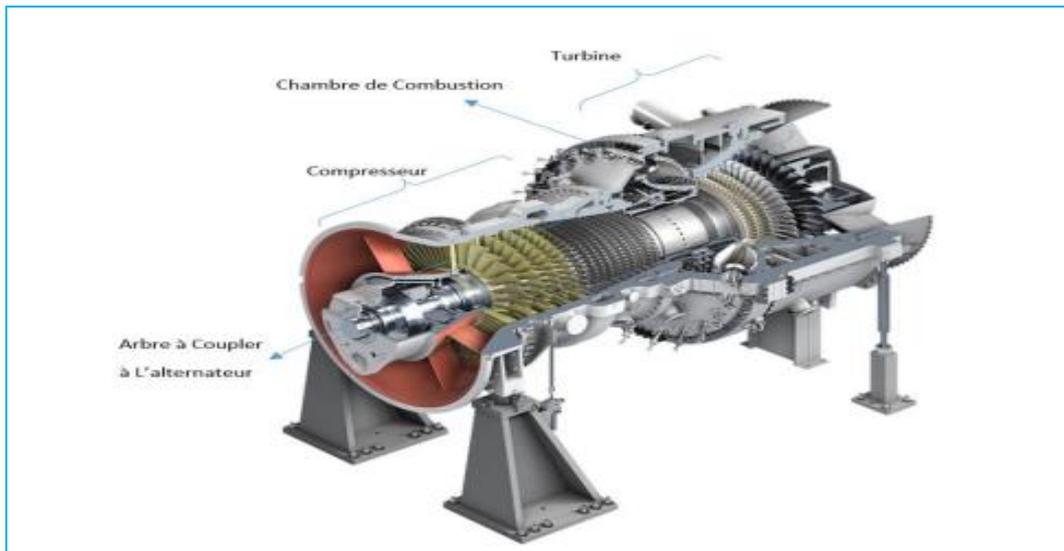


*Figure I.9* : Vue en 3D d'une centrale à gaz.

### I.5.1. Turbine à gaz SGT5-4000F :

La turbine à gaz utilisée dans la centrale Oumache II, est de type SIEMENS SGT5-4000F, elle comprend trois composants principaux [16] :

- Le compresseur axial,
- La chambre de combustion et
- La turbine.



*Figure I.10* : Turbine à gaz SGT5-4000F.

#### **I.5.1.1. Compresseur :**

Le compresseur de la turbine à gaz SGT5-4000F, composé de 15 étages, aspire de l'air frais filtré et le comprime jusqu'à environ 19 bars. En conséquence, la température de l'air augmente à 400 °C. À l'intérieur de la chambre de combustion, le combustible (qu'il soit gazeux ou liquide) est brûlé en utilisant l'air comprimé provenant de la décharge du compresseur. L'énergie du combustible est ainsi convertie en énergie thermique, atteignant une température d'environ 1100 à 1200 °C. Ce processus est essentiel pour générer la puissance nécessaire à la production d'électricité dans la centrale. [17]



*Figure I.11* : Compresseur de turbine à gaz (15 étages).

### I.5.1.2. Chambre de combustion :

La **chambre de combustion** du système est constituée d'une configuration annulaire et est équipée de **24 brûleurs hybrides**. Pour protéger sa structure porteuse, elle est revêtue de **boucliers thermiques**. L'objectif principal de la chambre de combustion est de convertir l'énergie du combustible en énergie thermique. Voici quelques points importants à noter [18] :

- **Mélange homogène** : Le combustible et l'air de combustion sont soigneusement mélangés pour assurer une répartition uniforme des températures de la sortie de la chambre de combustion à la turbine.
- **Accessibilité** : La chambre de combustion est accessible par des **trous d'homme** situés dans l'enveloppe externe et la coque externe. C'est par là que se fait l'inspection et, si nécessaire, le remplacement des boucliers thermiques, des brûleurs et des pièces du premier étage de la turbine. En somme, la chambre de combustion joue un rôle essentiel dans le processus de production d'électricité, en convertissant l'énergie thermique générée par la combustion en énergie mécanique pour entraîner la turbine.



*Figure I.12* : Chambre de Combustion.

### I.5.1.3. Turbine à gaz :

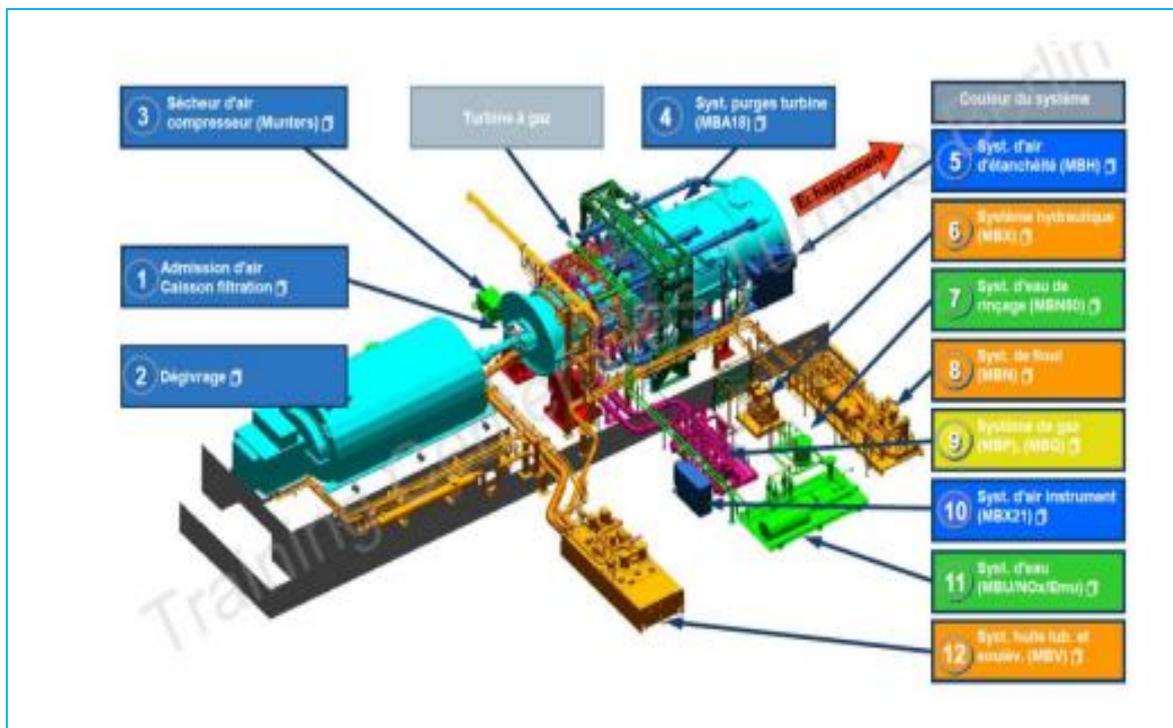
La turbine à gaz en aval, composée de quatre étages, transforme une partie de l'énergie thermique contenue dans les gaz de fumée en énergie mécanique de rotation (couple mécanique multiplié par l'angle de rotation). Le turboalternateur, monté sur l'arbre, convertit ensuite une partie de cette énergie de rotation en énergie électrique grâce au principe électromagnétique. L'entraînement interne du compresseur consomme entre 15 et 20 MW.

Les gaz de fumée qui sortent de la turbine (gaz d'échappement) sont à une température de 550 à 580 °C et à une pression de 40 à 50 mbar. L'énergie thermique résiduelle contenue dans ces gaz d'échappement (représentant environ 40 à 45 % de l'énergie totale) peut être réutilisée dans un échangeur de chaleur situé en aval (dans le cas d'une centrale à cycle combiné) ou perdue sous forme de chaleur.

Une turbine à gaz hautement efficace peut afficher un rendement électrique pouvant atteindre 40 %. Cela signifie que jusqu'à 40 % de l'énergie interne du combustible (PCI, exprimée en MJ/kg) est convertie en énergie électrique (exprimée en MWh) aux bornes de l'alternateur. [19]

### I.5.2. Auxiliaires de la turbine à gaz :

Les auxiliaires sont des composants qui ne sont pas directement montés sur la turbine. Ils sont installés en tant que modules de base, regroupés dans des packages externes disposés à côté de la turbine.



*Figure I.13* : Vue en 3D de la TG et ses auxiliaires.

Les différents systèmes auxiliaires de la turbine à gaz (TG) que vous avez mentionnés [20] :

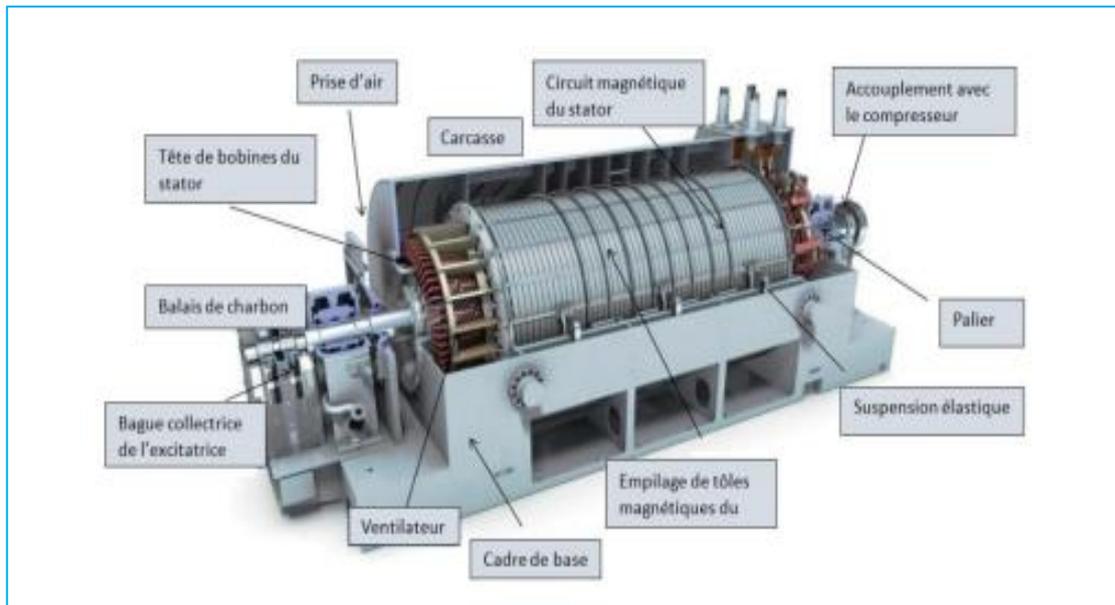
- **Système d'admission d'air (MBL)** : Ce système gère l'entrée d'air dans la turbine à gaz.
- **Système de lubrification et d'huile de soulèvement (incluant le vireur MBV)** : Il assure la lubrification des composants et facilite le démarrage de la turbine.
- **Système hydraulique d'optimisation des jeux (MBA)** : Ce système ajuste les jeux entre les pièces mobiles pour optimiser les performances.

- **Système de gaz d'allumage (MBQ)** : Il est responsable de l'allumage initial du combustible.
- **Système de combustible gazeux (MBP)** : Gère l'alimentation en combustible gazeux vers la turbine.
- **Système de purge automatique du circuit de gaz naturel (MBH)** : Élimine les impuretés du circuit de gaz naturel.
- **Système de combustible liquide (MBN)** : Gère l'alimentation en combustible liquide.
- **Système d'eau de rinçage (MBN80)** : Utilisé pour le rinçage et le nettoyage des composants.
- **Système de drainage de la TG** : Évacue les liquides indésirables.
- **Système hydraulique (MBX)** : Contrôle les actionneurs hydrauliques.
- **Système d'air d'instrumentation (MBX2)** : Fournit de l'air pour les instruments de mesure et de contrôle.
- **Système de lavage compresseur** : Utilisé pour le nettoyage du compresseur.

### I.5.3. Générateur SGen5-1000A :

Les caractéristiques principales du générateur Siemens SGne5-1000 A à deux pôles que vous avez mentionnés :

- **Type** : SGen5-1000A
- **Bobinage** : Étoile
- **Standard** : IEC
- **Facteur de puissance** : 0,85
- **Tension Stator** : 19 kV (avec une tolérance de +/- 7,5 %)
- **Intensité Stator** : 8387 A
- **Tension de champ** : 257,3 V
- **Intensité de champ** : 1459 A
- **Puissance** : 350 MVA
- **Température d'entrée de l'eau** : 50 °C
- **Classe thermique du stator** : (à compléter).



*Figure I.14* : Ensemble alternateur SGen5-1000A.

## I.6. Conclusion :

L'unité de production d'électricité Oumache\_02 représente un élément essentiel du paysage énergétique algérien. Grâce à ses technologies de pointe et à son efficacité opérationnelle, elle occupe une position cruciale dans l'approvisionnement électrique du pays, tout en contribuant à ses objectifs de développement durable et de croissance économique. La centrale fonctionne principalement avec du gaz naturel, un choix stratégique en raison des vastes réserves gazières de l'Algérie. Ce processus de production repose sur la combustion du gaz pour produire de la chaleur, ensuite convertie en énergie mécanique par les turbines. Enfin, cette énergie mécanique est transformée en électricité par les alternateurs.

# Chapitre II

## Principes des Vérins et Techniques de Lubrification

**II.1. Introduction :**

Les vérins sont des composants mécaniques essentiels utilisés dans une variété d'applications industrielles pour générer des mouvements linéaires ou rotatifs. Ils convertissent l'énergie hydraulique, pneumatique ou électrique en force mécanique, permettant ainsi de déplacer ou de soulever des charges lourdes avec précision et efficacité. Comprendre les principes de fonctionnement des vérins est crucial pour leur conception, leur installation et leur maintenance.

Les techniques de lubrification jouent également un rôle fondamental dans le bon fonctionnement et la longévité des vérins. La lubrification réduit les frottements, minimise l'usure et prévient la corrosion des composants internes, garantissant ainsi une performance optimale et une durée de vie prolongée des systèmes. Ce chapitre explore les différents types de vérins, leurs applications courantes, ainsi que les méthodes efficaces de lubrification pour maintenir leur performance et leur fiabilité. [21]

**II.2. Système d'Alimentation de Lubrifiant :**

Le système d'alimentation de lubrifiant est essentiel au bon fonctionnement des équipements mécaniques, y compris les vérins. Il assure une distribution optimale du lubrifiant aux composants mobiles, réduisant ainsi les frictions et l'usure, et garantissant des performances optimales et une durabilité accrue des machines. Ce système peut fonctionner de manière manuelle, semi-automatique ou entièrement automatique. Les systèmes automatiques sont particulièrement prisés dans les environnements industriels pour leur capacité à fournir une lubrification constante et précise sans intervention humaine régulière. [22]

**II.3. Système d'Huile de Graissage :**

Le système d'huile de graissage et de sustentation est essentiel pour le bon fonctionnement des équipements mécaniques, tels que les vérins et autres machines industrielles. Ce système garantit la distribution efficace de l'huile aux composants mobiles, minimisant ainsi les frictions et l'usure, tout en assurant une performance optimale et une longévité accrue des machines. [22]

**II.3.1. Tâche :**

Le système d'huile de graissage alimente en huile les coussinets du compresseur et de la turbine de la turbine à gaz, ainsi que les coussinets du générateur. En accomplissant cela, le système remplit plusieurs fonctions : il crée une fine couche d'huile sur les coussinets, ce qui sépare les arbres tournants des coquilles de coussinet et réduit ainsi la friction. De plus, le flux d'huile de graissage dissipe la chaleur des coussinets. Par ailleurs, l'huile évacue les débris d'usure et les contaminants solides des coussinets, lesquels sont ensuite éliminés par filtration dans une autre partie du système de graissage. [3]

**II.3.2. Réservoir d'Huile :**

Le réservoir d'huile sert à la collecte, l'alimentation et la désaération de l'huile de graissage et de sustentation. Il est équipé d'une ouverture de remplissage, d'un robinet de vidange, d'un voyant et d'un moniteur de niveau d'huile.

Des alarmes de pré-arrêt automatique se déclenchent si le niveau d'huile est trop bas ou trop haut. En cas de niveau d'huile trop élevé, un arrêt automatique est déclenché et la turbine à gaz ne peut redémarrer, souvent à cause d'une fuite d'eau dans le système d'huile de graissage. Si le niveau d'huile descend en dessous d'un seuil critique, les pompes d'huile principales et auxiliaires s'arrêtent et la pompe de secours démarre. Une situation similaire se produit en cas de détection d'incendie, empêchant également le redémarrage de la turbine à gaz.

Un extracteur de vapeur d'huile monté sur le réservoir crée une pression sous-atmosphérique, empêchant les fuites d'huile et facilitant le dégazage. Ce système est redondant avec deux soufflantes, et en cas de panne de l'une, l'autre démarre automatiquement. La vapeur d'huile est ensuite dirigée vers un séparateur d'huile pour éviter la pollution. Des clapets anti-retour et des capteurs de pression assurent la régulation et la surveillance du système, avec la possibilité d'ajuster la pression sous-atmosphérique via une vanne et un filtre. [3]

**II.3.3. Pompes d'Huile de Graissage :**

Plusieurs pompes sont utilisées pour maintenir la pression de l'huile de graissage nécessaire pour alimenter les coussinets. La pompe principale fonctionne en conditions normales, la pompe auxiliaire, identique à la principale, et la pompe de secours, légèrement plus petite, prennent le relais si nécessaire. Toutes sont des pompes centrifuges à axe vertical et à un étage. La pompe de secours est actionnée par un moteur à courant continu, tandis que les pompes principale et auxiliaire sont équipées de moteurs triphasés. Des clapets anti-retours sont installés en aval de chaque pompe pour empêcher le retour de l'huile lorsque les pompes sont arrêtées. [3]

**II.3.4. Refroidisseur d'Huile de Graissage :**

Le refroidisseur, situé dans la conduite d'alimentation d'huile de graissage, régule la température de l'huile. La pression en aval est affichée sur le manomètre et la température sur le thermomètre. La vanne de commande ajuste la température de l'huile en contrôlant la fraction de l'huile passant par la dérivation du refroidisseur. La levée de cette vanne varie selon la température de l'huile en aval du refroidisseur. Les orifices réglables permettent un contrôle précis du débit d'huile alimentant les coussinets. [3]

### II.3.5. Filtres d'Huile de Graissage :

L'écoulement d'huile de graissage refroidie passe par les filtres ou. La chute de pression à travers le filtre est surveillée par l'interrupteur de pression différentielle. Si cette chute dépasse un certain seuil, une alarme « LUBE OIL FILTER FOULED » se déclenche. En réponse, il faut remplir le filtre de réserve avec de l'huile via la vanne, puis basculer l'écoulement vers ce filtre propre en utilisant la vanne, et remplacer le filtre souillé. Les vannes permettent de vider les chambres des filtres respectifs. Un clapet anti-retour, situé en aval du filtre double et avant la connexion à la conduite de refoulement de la pompe de secours, empêche l'écoulement inverse de l'huile de graissage lors du fonctionnement de la pompe de secours. [3]

### II.4. Vireur hydraulique :

Le vireur hydraulique est un dispositif mécanique essentiel dans de nombreuses applications industrielles. Il est utilisé pour effectuer des mouvements rotatifs ou linéaires en transformant l'énergie hydraulique en force mécanique. Ce dispositif est particulièrement apprécié pour sa capacité à fournir une force puissante et précise dans des environnements exigeants. [23]

**Fonction :** Le vireur hydraulique est utilisé pour faire tourner le rotor après que la turbine ait été arrêtée. Ceci assure un refroidissement uniforme et évite la déformation du rotor.

#### II.4.1. Vireur d'Arbre :

Après l'arrêt du turbogénérateur, la ligne d'arbres (turbine à gaz et générateur) est mise en mode vireur et tournée à une basse vitesse, par exemple 120 tours par minute (rpm). Cela assure un refroidissement uniforme de la turbine à gaz grâce à un flux d'air forcé à travers les aubages. Cette action prévient la distorsion du rotor et de l'enveloppe, permettant à l'arbre de rester libre et prêt pour le prochain démarrage. La turbine à gaz reste en mode vireur jusqu'à son redémarrage.

En cas d'arrêt programmé, la turbine à gaz reste en mode vireur pendant une durée définie, par exemple 24 heures, pour un refroidissement adéquat. Cette période est appelée virage de refroidissement. Le vireur est ensuite arrêté. Lorsque l'arbre est immobilisé pendant plus longtemps que la période spécifiée, les pompes d'huile de sustentation et de graissage sont également arrêtées.

Pendant les arrêts prolongés, l'arbre est brièvement tourné à des intervalles réguliers pour confirmer sa libre rotation. Cette opération, appelée virage à intervalles, maintient la lubrification des équipements.

Le démarrage de la turbine à gaz se fait à une vitesse supérieure à 100 rpm en mode vireur ou en autorotation.

La vitesse du vireur est sélectionnée pour assurer un débit d'air suffisant pour le refroidissement de l'enveloppe et pour éviter les claquements des aubages.

Le vireur d'arbre est activé par un moteur hydraulique connecté à un pignon d'entraînement. Le bras oscillant est pivoté vers l'intérieur pour engrener le pignon à une couronne dentée, connectant ainsi la turbine à gaz au générateur. La vitesse du moteur hydraulique est ajustée pour correspondre à celle de l'arbre de la turbine à gaz.

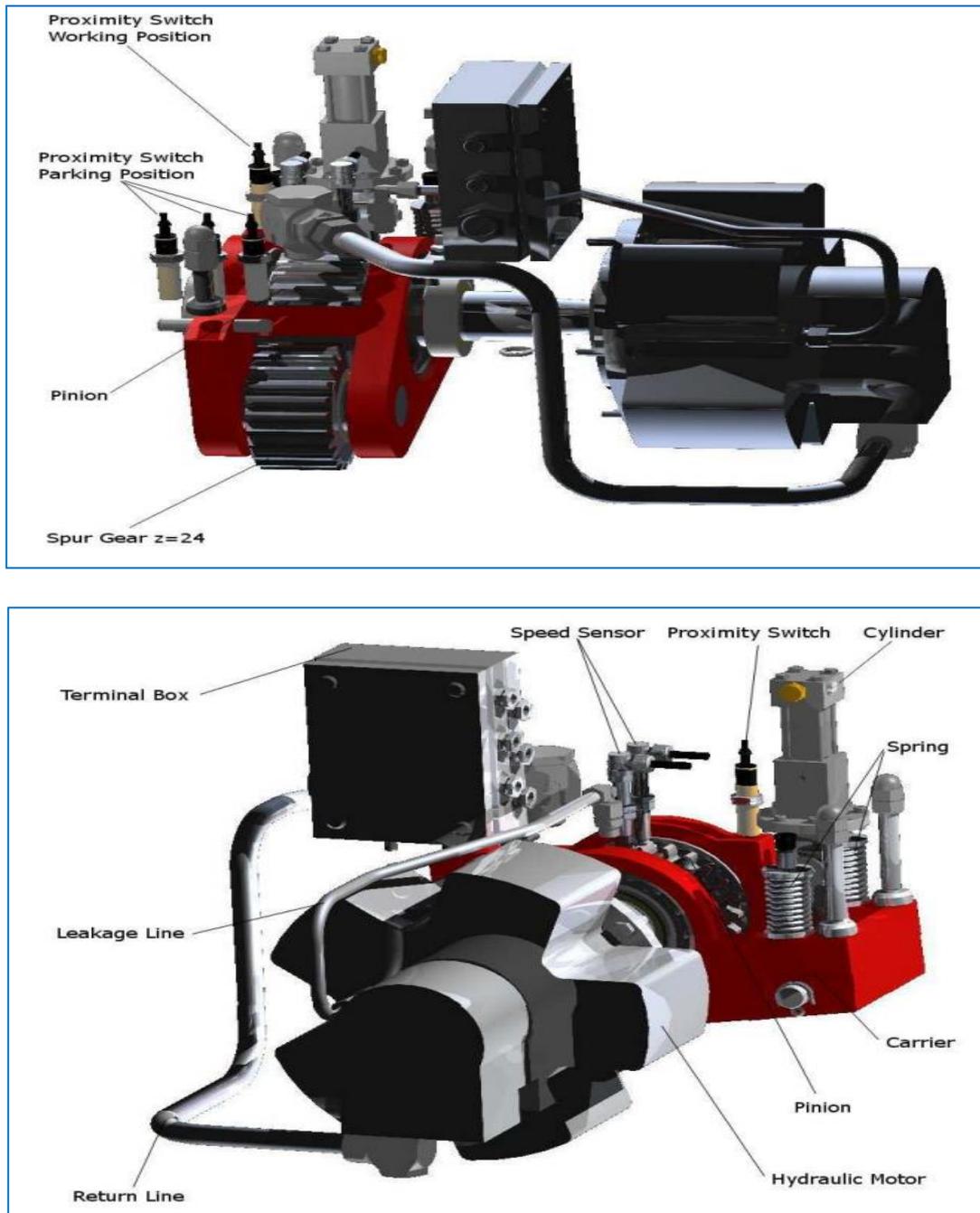
Pendant le fonctionnement en mode vireur, si la pompe d'huile de sustentation est arrêtée, le moteur hydraulique est alimenté en huile de graissage pour éviter les dommages.

Lorsque les électrovannes de l'actionneur de bras oscillant sont activées, le bras oscillant pivote vers l'intérieur pour engager le vireur. La vitesse de pivotement du bras oscillant est contrôlée par une vanne de contrôle de débit. Si les électrovannes sont désactivées ou si la pression de l'huile de sustentation diminue, le bras oscillant est ramené à sa position initiale par un ressort.

La vitesse du moteur hydraulique est ajustée pour régler la vitesse du vireur, avec des butées mécaniques pour limiter cette vitesse. Pendant la transition du fonctionnement en puissance au virage de refroidissement, l'engrenage est généralement engagé pendant l'autorotation pour connecter l'arbre du moteur hydraulique à celui du turbogénérateur. [3]

Le vireur peut être engagé lorsque l'arbre du turbogénérateur est à l'arrêt ou en autorotation. Si la vitesse diminue pendant l'autorotation sans engagement, les électrovannes peuvent être utilisées pour ajuster la vitesse d'engagement du moteur hydraulique. Une fois que les vitesses sont synchronisées, le vireur est activé.

Le vireur est désactivé en fermant les électrovannes de l'actionneur de bras oscillant et en fermant la vanne de fermeture du moteur hydraulique. Cela ramène le bras oscillant à sa position initiale et arrête le moteur hydraulique en autorotation. [5]



*Figure II.1* : vireur hydraulique.

## II.5. Description technique sur les composants du vireur hydraulique :

### II.5.1. Moteur hydraulique :

- Fournisseur : Parker Calzoni
- Type : MR 225
- Vitesse minimale : 0 min-1
- Vitesse de fonctionnement : 650 min-1
- Vitesse maximale : 800 min-1

- Débit de rinçage : 6 l/min
- Débit : 146 l/min
- Couple spécifique : 3,6 Nm/bar
- Pression de fonctionnement maximale : 145 bar
- Filetage de la ligne de pression : G 3/4", interne
- Ligne de retour connectée au dispositif de rotation
- Ligne de fuite connectée au dispositif de rotation

**II.5.2. Denture :**

- Nombre de dents : 24/24/130 (couronne dentée)
- Ratio : 5,42
- Module : 6
- Qualité : 7
- Traitement thermique : trempé

**II.5.3. Rotor :**

- Vitesse de rotor, minimum : 0 min<sup>-1</sup>
- Vitesse de rotor, maximum : 120 min<sup>-1</sup>
- Couple maximal : 2300 Nm

**II.5.4. Cylindre :**

- Fournisseur du cylindre : Herion System technique
- Type : simple effet
- Pression maximale : 250 bar
- Pression nominale : 150 bar
- Course : 30 mm
- Filetage : R3/8", interne

**II.5.5. Capteur de vitesse :**

- Spécifications de livraison : SLV3940044
- Fournisseur : Braun GmbH
- Type : A5S13B90 – 05

**II.5.6. Détecteur de proximité :**

- Fournisseur : IFM Électronique GmbH
- Type : IG-3005-BPKG
- Hydraulique huile : Viscosité ISO VG 46, Température maximum 80 °C

- Poids : 340 kg

## **II.6. Les Vérins :**

Les vérins sont des dispositifs mécaniques qui convertissent l'énergie en mouvement linéaire. Ils sont essentiels dans de nombreux systèmes et applications industrielles, offrant un moyen efficace de produire des forces et des déplacements contrôlés. Les vérins peuvent être classés principalement en trois types : les vérins hydrauliques, les vérins pneumatiques et les vérins électriques. Chacun de ces types utilise un mode de fonctionnement différent pour générer le mouvement. [24]

### **II.6.1. Types de Vérins :**

#### **II.6.1.1. Vérins Hydrauliques :**

Utilisent un fluide incompressible (généralement de l'huile hydraulique) pour créer une force. Ils sont capables de générer des forces très élevées et sont utilisés dans des applications nécessitant une grande puissance, comme les engins de construction et les presses industrielles.

#### **II.6.1.2. Vérins Pneumatiques :**

Utilisent de l'air comprimé pour générer une force. Ils sont plus rapides que les vérins hydrauliques et sont couramment utilisés dans des applications où des forces modérées sont suffisantes, comme les systèmes de manutention et les équipements d'automatisation.

#### **II.6.1.3. Vérins Électriques :**

Utilisent un moteur électrique pour convertir l'énergie électrique en mouvement linéaire. Ils sont précis et faciles à contrôler, et sont souvent utilisés dans des applications nécessitant un positionnement précis, comme les machines CNC et les dispositifs de robotique.

### **II.6.2. Composants Communs des Vérins :**

Les vérins, qu'ils soient hydrauliques, pneumatiques ou électriques, sont constitués de divers composants essentiels qui permettent leur fonctionnement efficace et fiable. Voici une description des principaux composants communs des vérins [25] :

#### **II.6.2.1. Cylindre :**

Le cylindre est l'enveloppe extérieure qui contient les autres composants internes. Dans les vérins hydrauliques et pneumatiques, il retient le fluide sous pression.

#### **II.6.2.2. Piston :**

Le piston est une pièce mobile à l'intérieur du cylindre qui sépare deux chambres et se déplace sous l'effet de la pression du fluide ou de la force générée par le moteur électrique.

**II.6.2.3. Tige de Piston :**

La tige de piston est fixée au piston et sort du cylindre pour transmettre la force générée à l'application.

**II.6.2.4. Joints et Scellés :**

Les joints et les scellés sont utilisés pour prévenir les fuites de fluide dans les vérins hydrauliques et pneumatiques, et pour maintenir l'efficacité du système.

**II.6.3. Les différents vérins et leurs symbolisations :**

En fait nous ne citerons que quelques-uns (les plus courants) :

**Désignation**

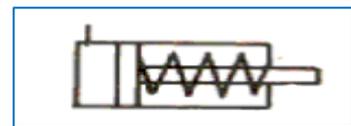
**Symbole**

**Simple effet**

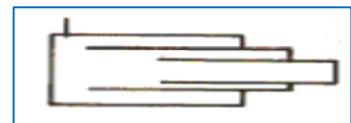
Rappel par force extérieure



Rappel par ressort

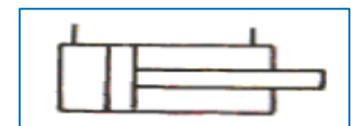


Télescopique

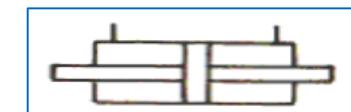


**Double effet**

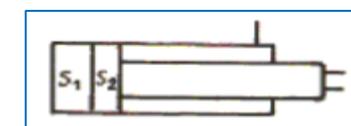
Simple tige



Double tige

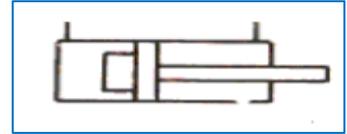


Différentiel  $S_1=2S_2$

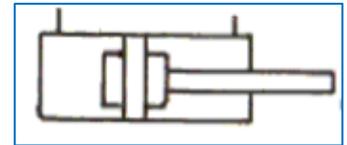


**Amortisseurs fixes**

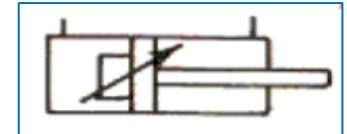
Dans un sens



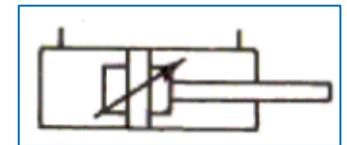
Dans les deux sens

**Amortisseurs réglables**

Dans un sens



Dans les deux sens

**II.6.4. Domaines d'applications :**

Les vérins sont utilisés dans une multitude de domaines, allant des machines-outils aux engins de travaux publics, des presses hydrauliques aux monte-charges, et de l'aéronautique à la construction navale. Pratiquement tous les systèmes nécessitant des forces importantes intègrent des vérins dans leur système hydraulique. [26]

**II.6.5. Caractéristiques des actionneurs hydrauliques :**

Le point de départ pour le choix d'un vérin est le travail qui lui est demandé :

- 1- La force **F** ;
- 2- La pression **p** du fluide qui dépend de l'effort à développer ;
- 3- Sa course qui dépend de la longueur du déplacement à assurer ;
- 4- Son diamètre.

**II.7. Conclusion :**

Les vérins, éléments clés dans de nombreux systèmes industriels, convertissent l'énergie en mouvements linéaires ou rotatifs avec une précision et une force remarquable. Leur efficacité et leur durabilité dépendent non seulement de leur conception et de leur construction, mais aussi de l'application de techniques de lubrification appropriées. Une compréhension approfondie des principes des vérins et des techniques de lubrification est essentielle pour maximiser la performance, la fiabilité et la durée de vie des systèmes mécaniques. L'application rigoureuse de ces connaissances permet non seulement de répondre aux exigences opérationnelles actuelles, mais aussi d'anticiper les défis futurs en matière de maintenance et d'optimisation des équipements industriels.

# Chapitre III

## Conception d'un vérin hydraulique

### III.1. Introduction :

En conception, la modélisation reste une étape cruciale et incontournable. Lors de l'avant-projet d'une conception, il est essentiel de réaliser des esquisses (croquis cotés). Au cœur de la pratique professionnelle de l'ingénieur, et à partir d'un cahier des charges, l'objectif du concepteur est de parvenir rapidement et efficacement à un avant-projet optimisé. Pour ce faire, une méthodologie claire est proposée pour guider le concepteur dans cette démarche.

En raison des défaillances récurrentes du vérin hydraulique dans le système de lubrification qui assure le refroidissement de la turbine, et de son incapacité à remplir sa fonction. Nous allons, dans ce chapitre, concevoir ce vérin hydraulique présent au sein de l'entreprise algérienne de production d'électricité (Sonelgaz) afin de simuler et étudier dans le but de déterminer les causes de ses défaillances.

### III.2. Problématique :

Les défis posés par la dégradation rapide de ce vérin sont d'une importance critique et nécessitent une résolution immédiate. Lorsqu'une rupture survient au niveau du cylindre central, cela compromet efficacement la structure et la fonction globale du mécanisme de vérin. De même, le phénomène de corrosion précoce du matériau situé dans la partie supérieure du corps entraîne une fuite d'huile, réduisant ainsi considérablement l'efficacité du système et augmentant de manière significative le risque de défaillances graves. Ces circonstances exigent une évaluation approfondie des matériaux utilisés, des pressions opérationnelles et des conditions environnementales afin de développer des solutions de remplacement ou de réparation avancées garantissant la sécurité et la fiabilité à long terme du système hydraulique.



Figure III.1 : vérin hydraulique présentant le problème.

### III.3. Informations sur le vérin hydraulique :

**Marque :** HERION Systemtechnik GmbH

**Produit :**

- **Type :** LHZ25-0D V-STBV
- **Numéro de pièce :** 4525112003000060

**Caractéristiques :**

- **Fabriqué en :** Allemagne
- **Date de fabrication/Numéro de série :** 06/14

**Détails supplémentaires :**

- **Fabricant :** HERION Systemtechnik GmbH
- **Site web:** [www.herion-systemtechnik.de](http://www.herion-systemtechnik.de)

**Spécifications techniques :**

- **Type :** LHZ25-0D V-STBV

Ce type de vérin hydraulique est caractérisé par une bride spéciale centrée à l'avant.

- **Numéro de pièce :** 4525112003000060

Ce numéro est utilisé pour identifier le modèle et les caractéristiques spécifiques de ce type de vérin.

### III.4. Description :

**Tableaux III.4 :** Description de vérin.

Type de montage	Collier de serrage
Connexion de port	Filetage interne DIN ISO 228/1
Position d'installation	Facultatif Optionnelle
Coussin	Sans
Fluide	Huile hydraulique, filtré
	Pour fluide hydraulique -20 bis +85

Plage de température (max. °c)	Pour fluide émulsion d'eau : + 4 to + 50
Pression de travail (bar)	Min. 2 Max. 250
Pression d'essai (bar)	Max. 375
Plage de viscosité cSt [mm <sup>2</sup> /s]	3 à 300

### III.5. Déclaration des Matériaux :

Tableaux III.5 : Table des matériaux

Pièces	Matière
Joints	FKM : Fluorocarbon/Viton Perbunan : NBR - Nitrile Butadiène Rubber
Bride	1.0401 (c15) 1.0120.07 (st 37) Acier au carbone
Tube de cylindre	1.0831 Acier 11MnS30
Tige de piston	(1.5217) VERCH Acier allié 51CrV4
Tige de traction (Rotule de direction)	1.4104 Acier inoxydable X14CrMoS17

Piston	1.0715 Acier C45E
Étanchéité du piston	Anneau de glide (Polytétrafluoroéthylène).
Surface	Amorçage (traitement de surface).

### III.5.1. Description :

➤ **FKM : Fluorocarbon/Viton**

FKM est un type de caoutchouc fluoré connu sous le nom commercial de **Viton**.

**Propriétés :**

- Haute résistance à la chaleur (peut supporter des températures allant jusqu'à 250°C).
- Excellente résistance aux huiles, carburants, solvants organiques et produits chimiques.
- Bonne résistance à l'ozone, aux rayons UV et aux intempéries.
- Grande résistance mécanique et durabilité.

**Utilisations :**

- Utilisé couramment pour les joints et les garnitures dans les environnements exigeants nécessitant une résistance chimique et thermique élevée.

➤ **Perbunan : NBR - Nitrile Butadiène Rubber**

**Perbunan** est un autre nom pour le caoutchouc nitrile (NBR), un matériau élastomère synthétique.

**Propriétés :**

- **Résistance aux huiles et carburants :** Le NBR a une excellente résistance aux huiles minérales, aux carburants, et à de nombreux solvants.
- **Résistance à l'abrasion :** Bonne résistance à l'usure et aux déchirures.
- **Plage de températures :** Fonctionne efficacement dans une large gamme de températures (-40°C à +100°C).
- **Résistance aux produits chimiques :** Bonne résistance aux produits chimiques tels que les acides dilués, les alcalis et les sels.
- **Faible perméabilité aux gaz :** Permet une faible perméabilité aux gaz, ce qui le rend idéal pour les joints d'étanchéité.

**Utilisations :**

- **Joints et garnitures** : joints toriques, les joints d'étanchéité, et autres composants nécessitant une résistance aux huiles et aux carburants.
- Tuyaux et flexibles, Gants de protection.
- **Acier au Carbone C15**

**Composition**

- **Carbone (C)** : 0,12% à 0,18%
- Manganèse (Mn), Silicium (Si), Phosphore (P), Soufre (S)

**Propriétés**

- **Résistance à la traction** : 430 à 650 MPa
- **Limite d'élasticité** :  $\geq 275$  MPa
- **Allongement** : 25% (pour les sections  $\leq 16$  mm)
- **Dureté** : 121-180 HB (Brinell)
- **Densité** : Environ 7,85 g/cm<sup>3</sup>
- **Conductivité thermique** : Moyenne, similaire à celle des autres aciers au carbone
- **Module d'élasticité** : Environ 210 GPa
- **Ductilité** : Bonne, ce qui facilite le formage et le façonnage.
- **Soudabilité** : Excellente, en raison de la faible teneur en carbone.
- **Usinabilité** : Bonne, facilitant les opérations de coupe et de formage.
- **Traitement thermique** : Peut-être trempé et revenu pour améliorer les propriétés mécaniques.

**Utilisations**

- **Arbres** : Utilisé pour des arbres de transmission et des arbres moteurs en raison de sa bonne usinabilité.
- Boulons et écrous, Bagues et goupilles.
- **Acier 11MnS30**

**Composition Chimique**

- **Carbone (C)** : 0,07% à 0,15%
- **Manganèse (Mn)** : 1,00% à 1,50%
- **Soufre (S)** : 0,25% à 0,35%

**Propriétés**

- **Résistance à la traction** : 390 à 490 MPa
- **Limite d'élasticité** :  $\geq 235$  MPa

- **Allongement** : Environ 5% à 10%
- **Dureté** : 120-180 HB (Brinell)
- **Densité** : Environ 7,85 g/cm<sup>3</sup>
- **Module d'élasticité** : Environ 210 GPa
- **Conductivité thermique** : Moyenne, similaire à celle des autres aciers au carbone
- **Capacité calorifique spécifique** : Environ 0,49 J/g·K
- **Usinabilité** : Excellente, en raison de l'ajout de soufre qui favorise la formation de copeaux courts.
- **Soudabilité** : Moyenne à faible. Le soufre ajouté pour améliorer l'usinabilité peut provoquer des fissures lors du soudage.
- **Formabilité** : Bonne, mais moins ductile que certains autres aciers en raison de l'ajout de soufre et de phosphore.

**Utilisation :**

- **Vis et boulons** : Utilisé pour la production en masse de vis, boulons, écrous et autres fixations.
- **Pièces de précision** : Idéal pour les petites pièces usinées avec des tolérances strictes.

**➤ Acier 51CrV4****Composition**

- **Carbone (C)** : 0,47% à 0,55%
- **Chrome (Cr)** : 0,90% à 1,20%
- **Vanadium (V)** : 0,10% à 0,20%
- **Manganèse (Mn), Silicium (Si), Soufre (S), Phosphore (P)** : quantités variables

**Propriétés**

- **Résistance à la traction** : 700 à 1100 MPa
- **Limite d'élasticité** : 600 à 950 MPa
- **Allongement** : 10% à 15%
- **Dureté** : 200-300 HB (Brinell), jusqu'à 55 HRC après trempe et revenu
- **Densité** : Environ 7,85 g/cm<sup>3</sup>
- **Module d'élasticité** : Environ 210 GPa
- **Conductivité thermique** : Moyenne
- **Capacité calorifique spécifique** : Environ 0,49 J/g·K
- **Ductilité** : Modérée, permettant une bonne résistance aux chocs.

- **Soudabilité** : Moyenne. La présence de chrome et de vanadium nécessite des précautions spéciales lors du soudage.
- **Usinabilité** : Bonne, mais peut nécessiter des outils de coupe spéciaux en raison de la dureté.
- **Traitement thermique** : Excellente réponse aux traitements thermiques, permettant d'atteindre une combinaison de haute résistance et de dureté.

### Utilisation

- Ressorts (lames, soupape, compression), Axes et arbres, Bielles, Outils à main, Barres de torsion, Pièces de machines soumises à des contraintes
- **Acier X14CrMoS17**

### Composition

- **Carbone (C)** : 0,10% à 0,15%
- **Chrome (Cr)** : 15,00% à 17,00%
- **Molybdène (Mo)** : 0,20% à 0,60%
- **Soufre (S)** : 0,15% à 0,35%
- **Manganèse (Mn), Silicium (Si), Phosphore (P)** : quantités variables.

### Propriétés

- **Résistance à la traction** : 650 à 850 MPa
- **Limite d'élasticité** : 350 à 550 MPa
- **Allongement** : 10% à 15%
- **Dureté** : 180-220 HB (Brinell)
- **Densité** : Environ 7,70 g/cm<sup>3</sup>
- **Module d'élasticité** : Environ 215 GPa
- **Conductivité thermique** : Moyenne
- **Capacité calorifique spécifique** : Environ 0,46 J/g·K
- **Résistance à la corrosion** : Bonne résistance à la corrosion dans des environnements modérément corrosifs, en raison de la teneur élevée en chrome.
- **Usinabilité** : Excellente, grâce à l'ajout de soufre qui facilite l'usinage en formant des inclusions de sulfures qui agissent comme des lubrifiants.
- **Soudabilité** : Moyenne, nécessite des précautions spéciales pour éviter les fissures et les déformations.

### Utilisation

- **Arbres et axes** : Utilisé pour bonne résistance à la corrosion.

- **Pièces de précision** : les pièces usinées de haute précision, les vis et les boulons.
- **Polytétrafluoroéthylène (PTFE)**

**Composition :**

- **Atomes de carbone** : Ils forment l'ossature de la molécule, contribuant à sa stabilité et à sa résistance.
- **Atomes de fluor** : Ils entourent chaque atome de carbone, formant une couche protectrice qui confère au PTFE ses propriétés uniques comme la résistance chimique et la faible friction.

**Propriétés :**

- **Résistance chimique élevée.**
- **Résistance aux températures élevées** : Il peut supporter des températures allant jusqu'à environ 260°C sans dégradation significative.
- **Faible coefficient de frottement** : Il possède une faible friction statique et dynamique, ce qui en fait un matériau idéal pour les applications où une réduction de frottement est nécessaire, comme les revêtements antiadhésifs.
- **Isolation électrique** : En raison de sa composition et de sa structure, le PTFE est un excellent isolant électrique, utilisé dans les câbles et connecteurs électriques.

**Utilisations :**

- Revêtements antiadhésifs, Applications industrielles, Isolation électrique
- **Étanchéité** : Utilisé dans les joints et les garnitures en raison de sa résistance chimique et de sa durabilité.

**III.6. Analyse des défauts :**

Une fois les composants mécaniques de ce vérin démontés, nous avons pu examiner de manière approfondie les dommages résultant du problème. Les images ci-dessous illustrent ces dégâts de manière explicite, mettant en évidence les zones affectées et les conséquences de la dégradation rapide du vérin. Cette inspection détaillée est essentielle pour comprendre pleinement l'ampleur des dommages et élaborer des stratégies de réparation ou de remplacement appropriées pour restaurer la fonctionnalité du vérin de manière sûre et efficace.

**1<sup>er</sup> Cas : usure dans le corps****Figure III.2** : Usure dans le corps.**2<sup>ème</sup> cas : rupture d'arbre****Figure III.3** : Rupture d'arbre.**III.7. Pièces de ce vérin hydraulique :**

Les images ci-dessous montrent certaines pièces mécaniques de ce vérin après son démontage.

**Figure III.4** : Flasque avant**Figure III.5** : Ecrou d'étanchéité.

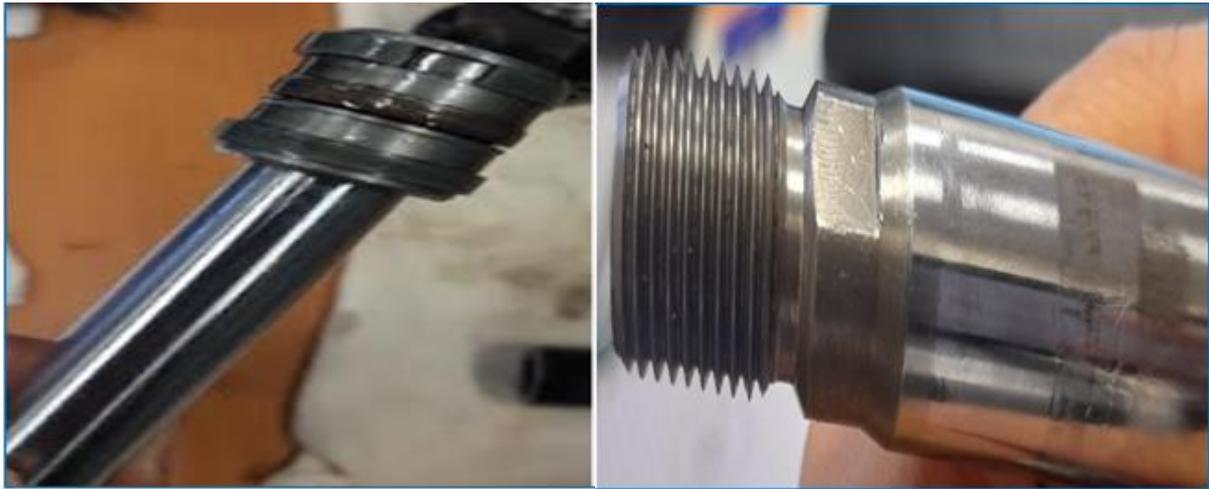


Figure III.6 : Arbre de vérin.



Figure III.7 : Piston.

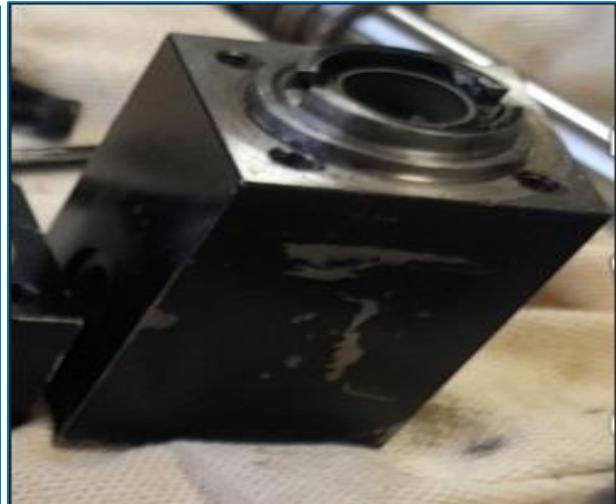


Figure III.8 : Flasque arrière.



Figure III.9 : Support de fixation.

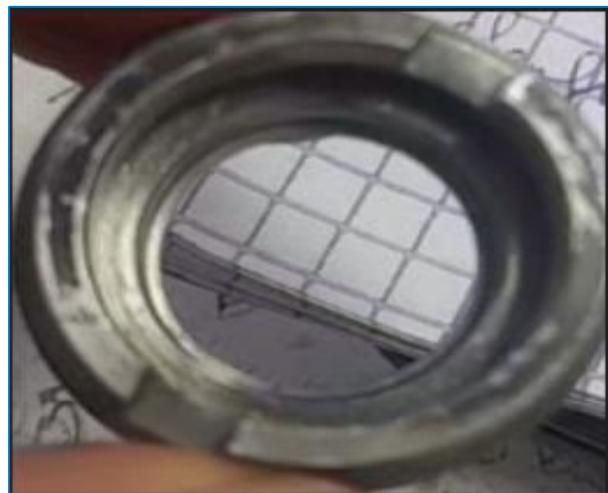


Figure III.10 : Flasque de vérin.

Pour diagnostiquer le problème et identifier la cause principale, il est essentiel de suivre les étapes suivantes :

- Le dessin industriel.
- Le choix de matériaux.
- Calcul et vérification.

### III.8. Dessin industriel :

Le dessin industriel est une forme de langage graphique utilisée pour représenter des objets de manière visuelle. Il joue un rôle crucial en tant que moyen de communication dans le domaine de l'ingénierie et de la conception mécanique. Ces dessins constituent la pierre angulaire de tout projet mécanique au sein d'un bureau d'études, fournissant des informations précises sur les dimensions, les formes, les matériaux et les procédés de fabrication.

La création de ces dessins est facilitée par l'utilisation de logiciels spécialisés tels que CATIA, SOLIDWORKS, AUTOCAD et INVENTOR. Ces outils offrent une gamme de fonctionnalités avancées, permettant aux ingénieurs et aux concepteurs de concevoir et de modéliser des composants avec précision, de créer des assemblages complexes, d'effectuer des simulations virtuelles et de générer des plans détaillés prêts pour la fabrication.

Grâce à ces logiciels, le processus de conception et de développement de produits devient plus efficace et précis, permettant aux équipes de travailler en collaboration et de visualiser les concepts de manière réaliste avant leur concrétisation physique. Cela conduit à une réduction des coûts, des délais et des erreurs tout au long du cycle de développement du produit.



Figure III.11 : Logiciels spécialisés de CAD.

### III.9. Modélisation géométrique des éléments d'un vérin hydraulique :

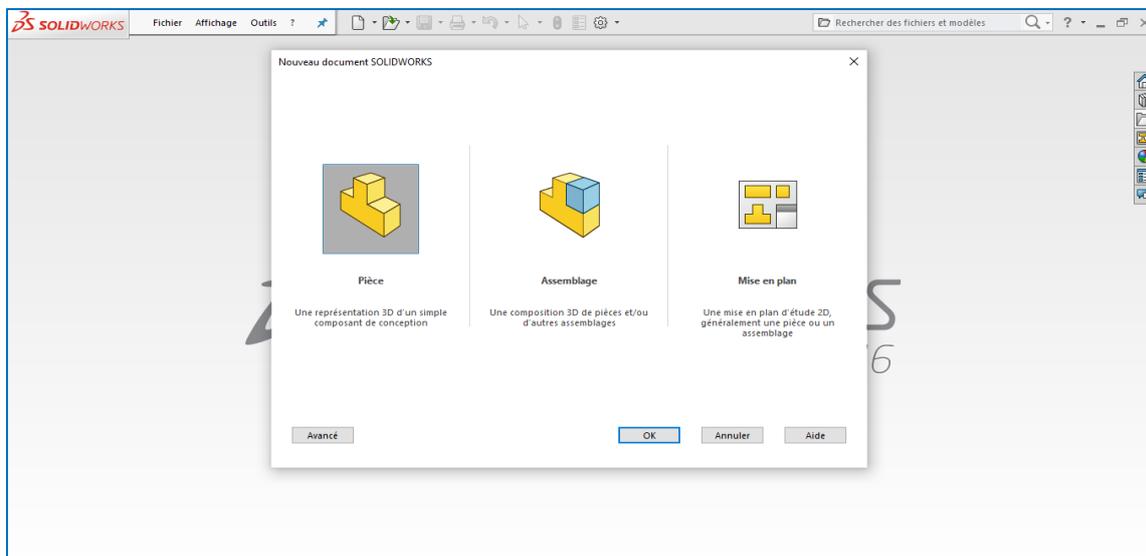
Dans notre travail, nous avons utilisé le logiciel **SOLIDWORKS**.

Dans un premier temps, nous distinguons deux grandes catégories de dessins :

- Le dessin de définition.
- Le dessin d'ensemble.

#### III.9.1. Le dessin de définition :

Le dessin de définition est un document technique crucial dans le processus de fabrication d'un produit. Il offre une représentation exhaustive et détaillée d'une pièce, illustrant avec précision ses formes, ses dimensions et ses spécifications. Ces informations sont essentielles pour guider les fabricants tout au long du processus de production, en fournissant les instructions nécessaires pour transformer le concept en réalité.



**Figure III.12** : dessin de définition en SolidWorks.

Dans notre travail, le vérin hydraulique était constitué de sept pièces nécessaires.

- **Arbre de vérin**
- **Piston de vérin**
- **Corps de vérin**
- **Flasque avant**
- **Flasque arrière**
- **Écrou d'étanchéité**
- **Flasque**

### III.9.1.1. Arbre de vérin :

Pour réaliser cette pièce représentée par l'arbre cylindrique de l'actionneur, nous sommes passés par plusieurs étapes importantes, notamment :

- **Révolution** : Pour créer un solide 3D à partir du croquis 2D en l'extrudant.
- **Chanfrein**
- **Filetage**
- **Enlèvement de matière extrudé**

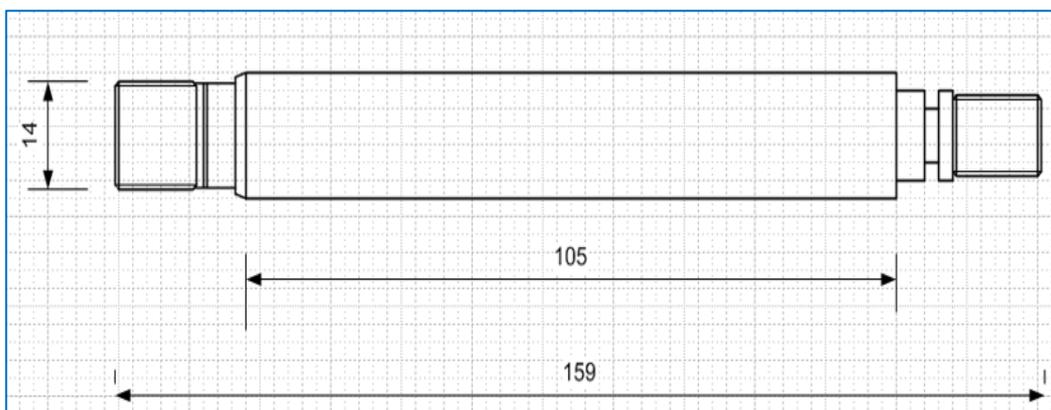
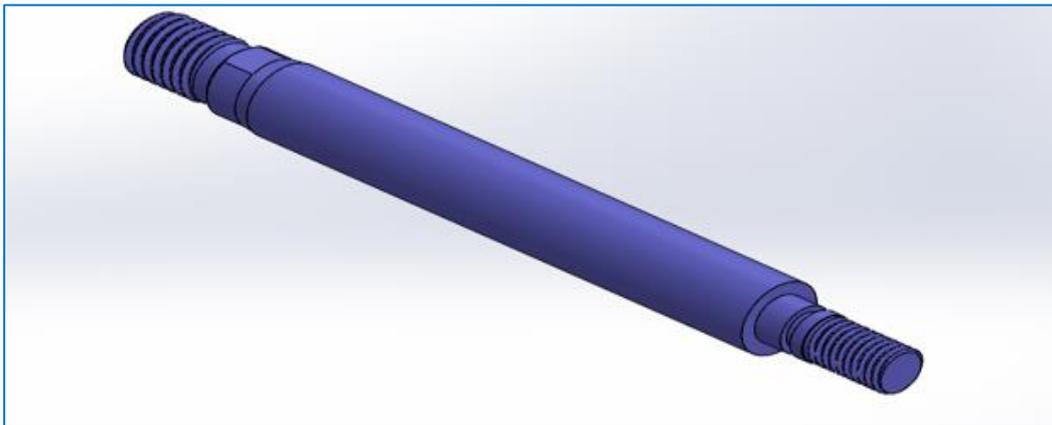


Figure III.13 : arbre de vérin hydraulique.

### III.9.1.2. Piston de vérin :

Pour réaliser ce piston, nous sommes passés par plusieurs étapes importantes, notamment :

- **Révolution** : Pour créer un solide 3D à partir du croquis 2D en l'extrudant.
- **Enlèvement de matière extrudé**
- **Filetage**
- **Chanfrein**

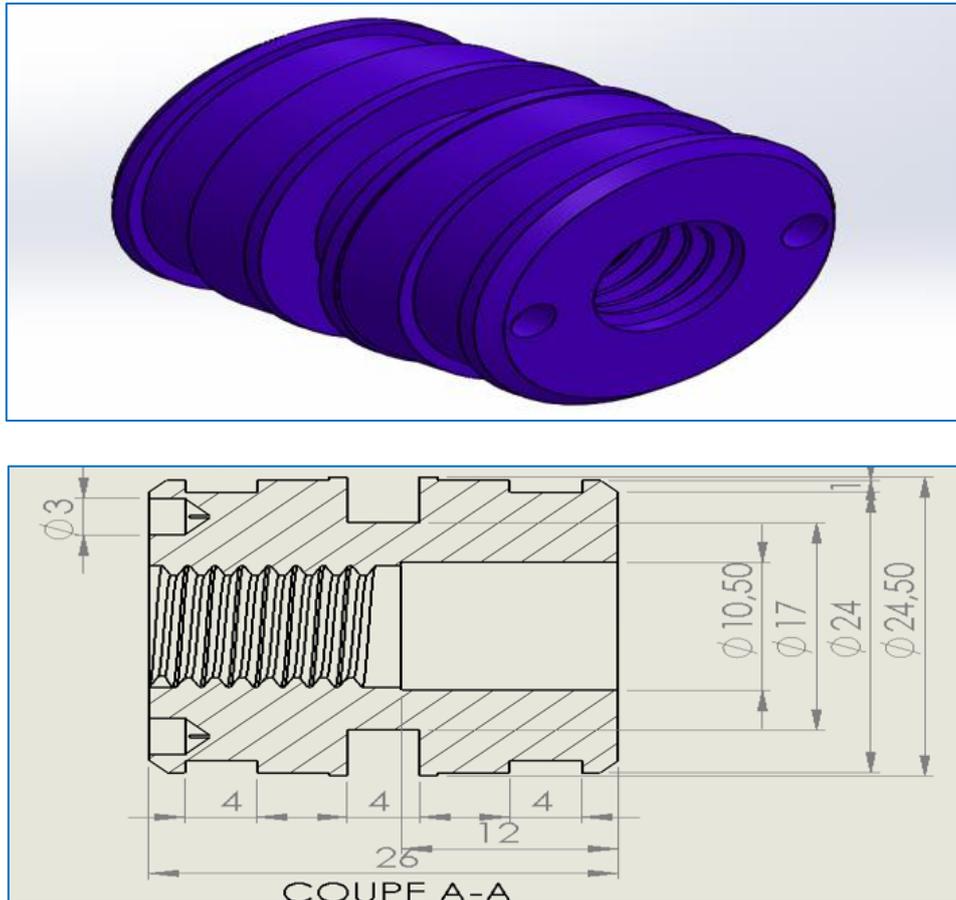
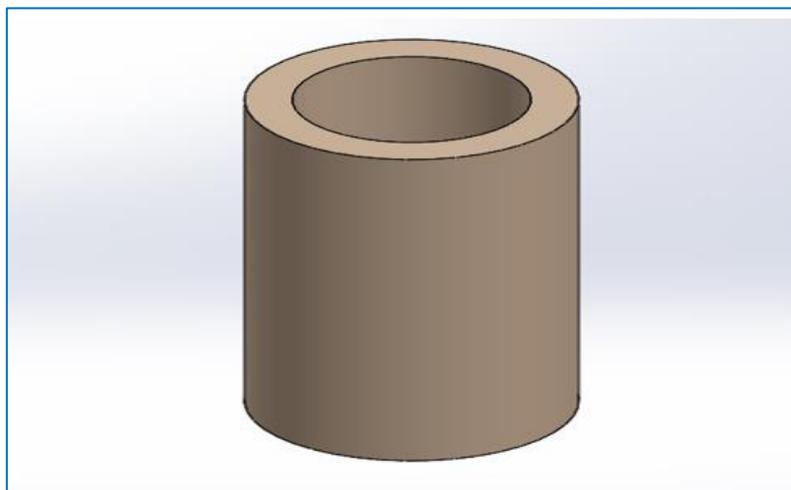


Figure III.14 : piston d'arbre.

### III.9.1.3. Corps de vérin :

Pour réaliser ce corps, nous sommes passés par plusieurs étapes importantes, notamment :

- **Base/Bossage extrudé** : Pour créer un solide 3D à partir du croquis 2D en l'extrudant.



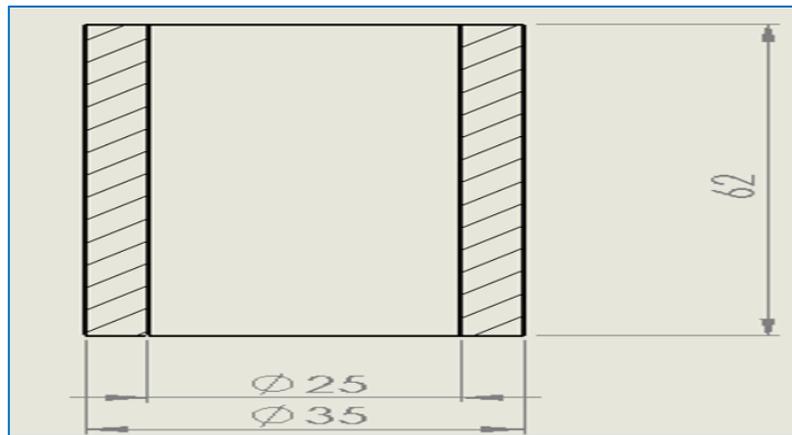


Figure III.15 : Corps de vérin.

#### III.9.1.4. Flasque avant :

Pour réaliser cette flasque, nous sommes passés par plusieurs étapes importantes, notamment :

- **Bose /Bossage** : Pour créer un solide 3D à partir du croquis 2D en l'extrudant.
- **Enlèvement de matière extrudé**
- **Filetage**
- **Chanfrein**

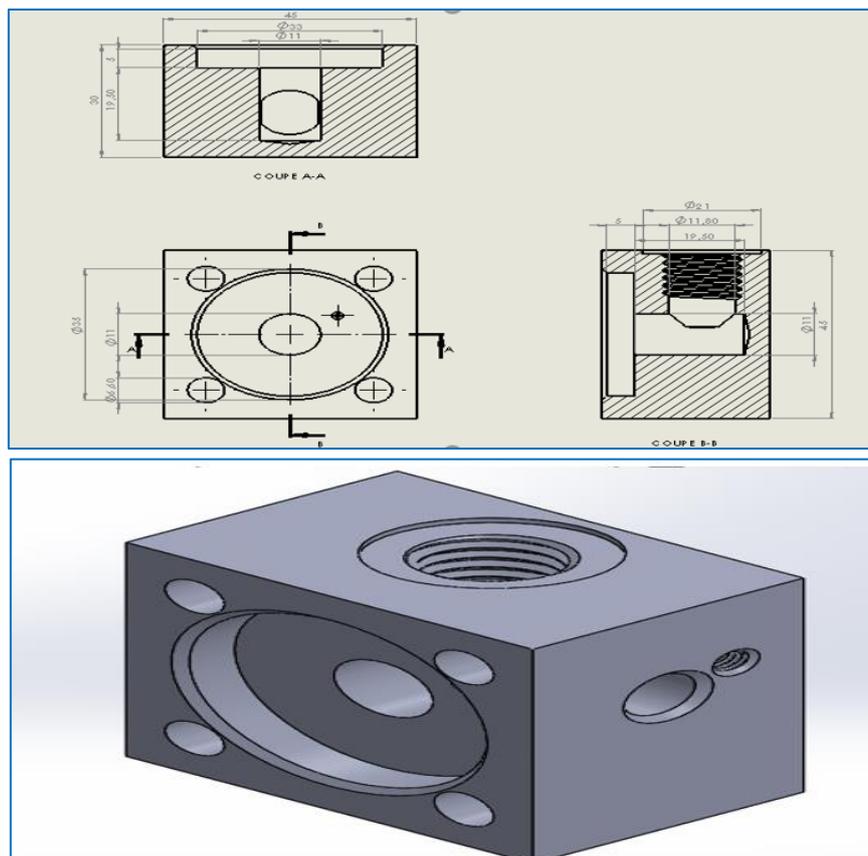


Figure III.16 : flasque avant.

### III.9.1.5. Flasque arrière :

Pour réaliser cette flasque, nous sommes passés par plusieurs étapes importantes, notamment :

- Bore/Bossage
- Enlèvement de matière
- Chanfrein
- Filetage
- Enlèvement de matière avec révolution

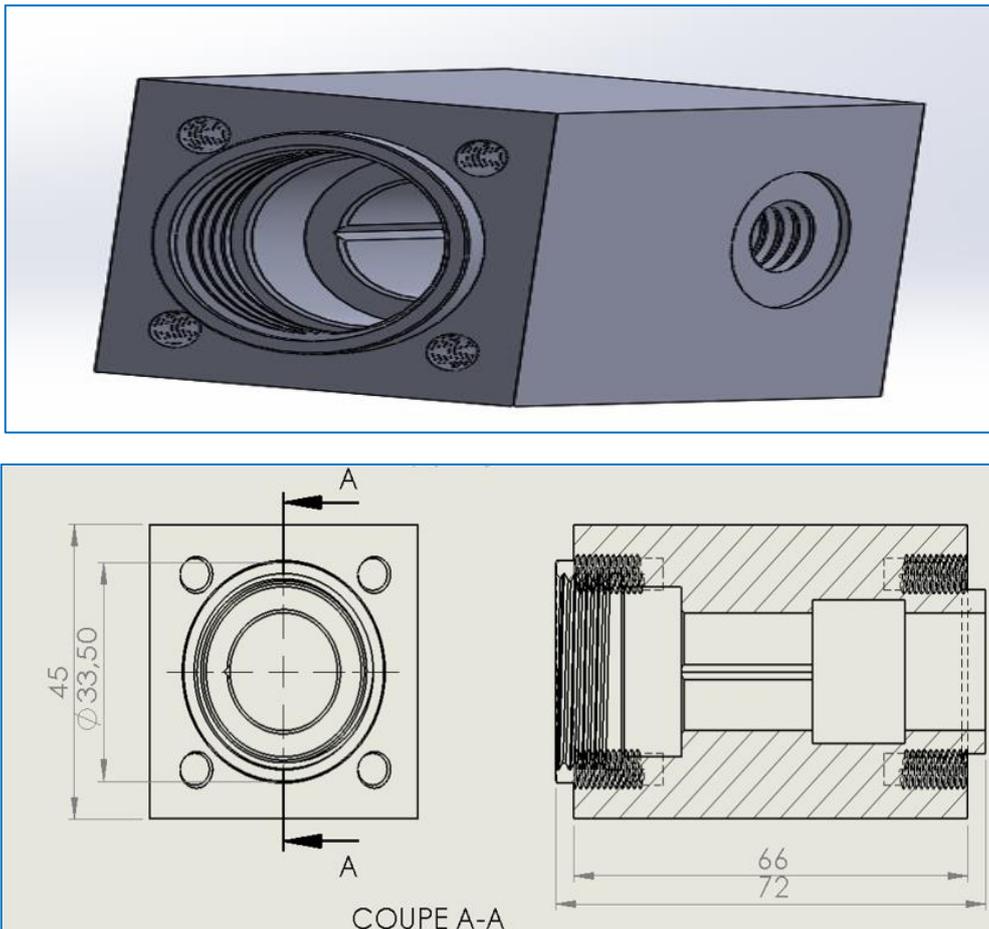


Figure III.17 : flasque arrière.

### III.9.1.6. Ecrou d'étanchéité :

Pour réaliser cet écrou d'étanchéité, nous sommes passés par plusieurs étapes importantes, notamment :

- Bore/Bossage
- Enlèvement de matière
- Congé

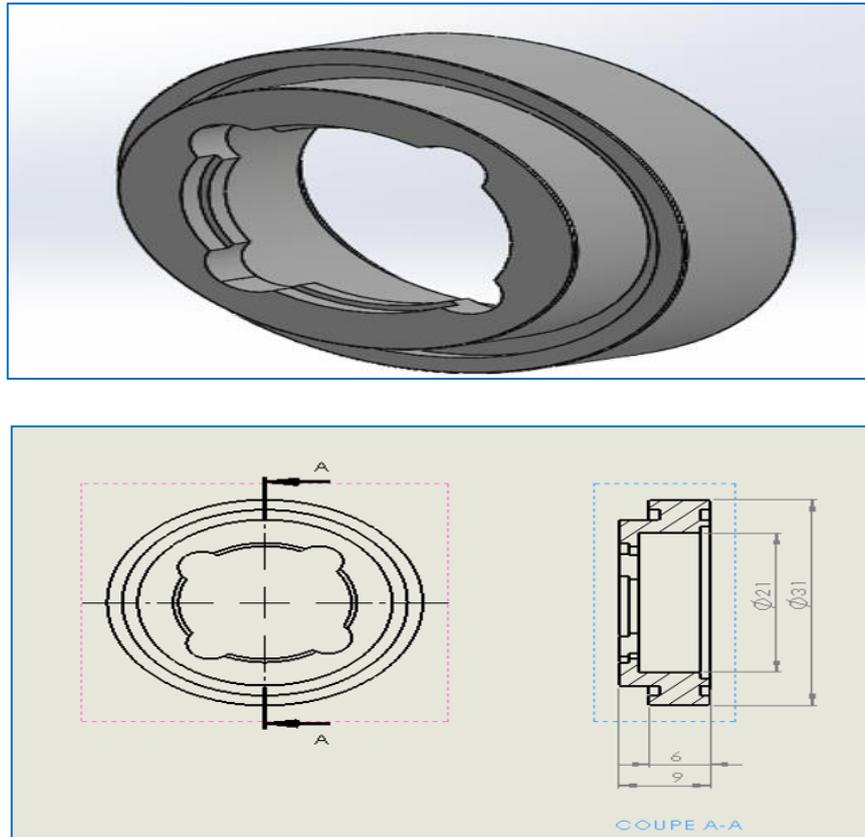
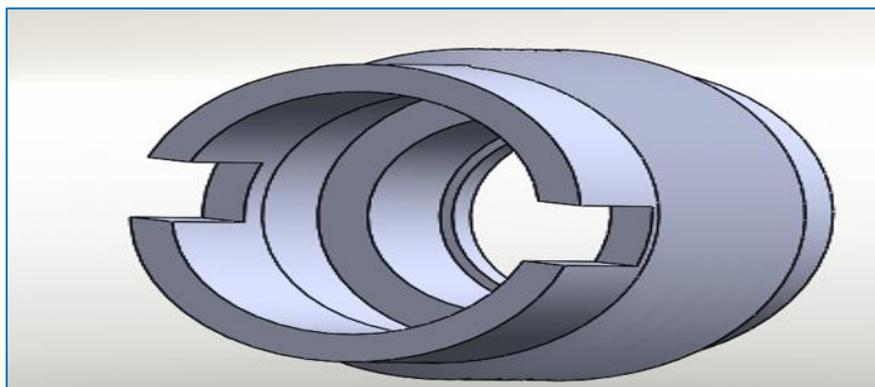


Figure III.18 : écrou d'étanchéité.

### III.9.1.7. Flasque :

Pour réaliser cette flasque, nous sommes passés par plusieurs étapes importantes, notamment :

- Bore/Bossage
- Enlèvement de matière
- Hélice / spirale
- Balayage



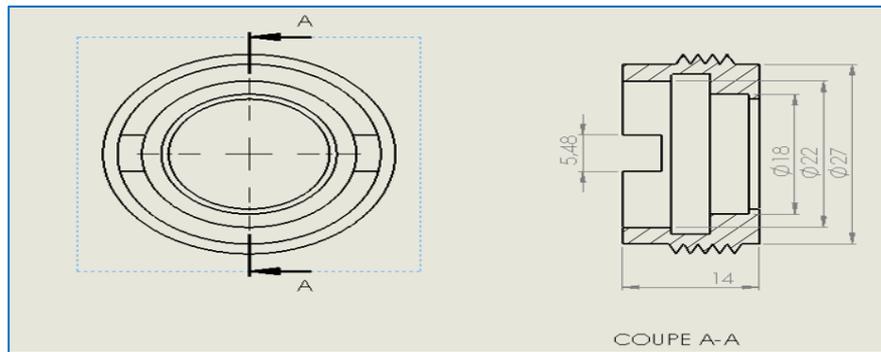


Figure III.19 : flasque.

### III.9.2. Le dessin d'ensemble :

Il représente le système technique dans son ensemble. Toutes les solutions constructives, retenues pour réaliser les fonctions techniques y sont détaillées. Celui-ci permet de comprendre le fonctionnement du mécanisme à partir de la description des formes, des dimensions et de l'organisation des pièces qui le constituent.

#### III.9.2.1. L'ensemble des pièces du vérin hydraulique :

L'image ci-dessous présente plusieurs pièces mécaniques qui ont été conçues à l'aide du logiciel SolidWorks. Ces pièces sont représentées dans leur état démonté, ce qui permet d'observer chaque composant individuellement. Cette visualisation détaillée offre un aperçu clair de la conception et de la complexité de chaque pièce, ainsi que de la manière dont elles s'assemblent pour former un ensemble fonctionnel. En examinant ces pièces, on peut apprécier le niveau de précision et d'attention aux détails nécessaires pour créer des composants mécaniques de haute qualité à l'aide de logiciels de modélisation 3D avancés comme SolidWorks.

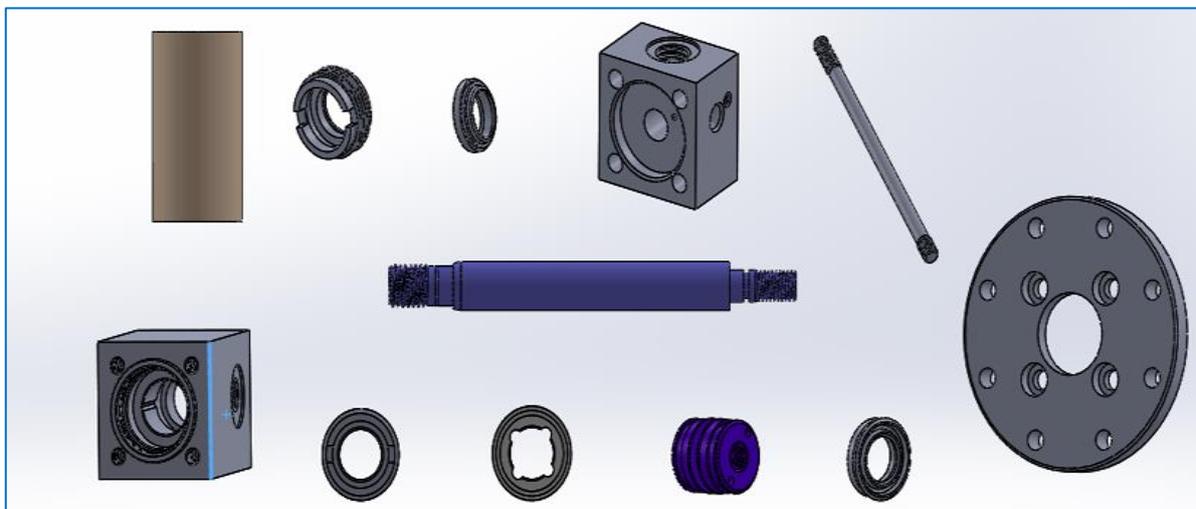


Figure III.20 : L'ensemble des pièces du vérin hydraulique.

### III.9.2.2. Vérin assemblé :

Chaque détail, chaque pièce soigneusement conçue, converge vers cette vision globale du propulseur. Chaque axe, chaque joint d'étanchéité, chaque plaque de support a été méticuleusement positionné pour garantir un fonctionnement optimal. L'image en perspective capture l'essence même de l'ingénierie, révélant la complexité harmonieuse de chaque élément assemblé pour former un tout cohérent et puissant. C'est le résultat d'un processus minutieux où la précision et la vision se combinent pour donner vie à une machine capable de propulser vers l'avant avec efficacité et fiabilité.

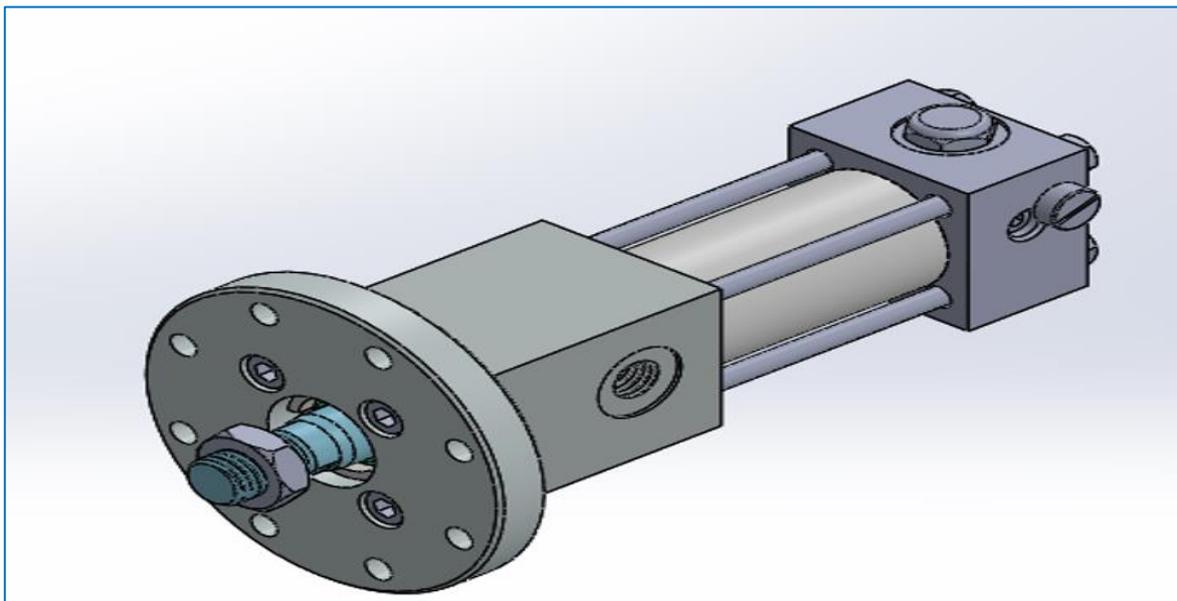


Figure III.21 : Vérin assemblé.

### III.9.2.3. Anatomie du vérin hydraulique :

Vous avez un ensemble de pièces mécaniques qui, une fois assemblées, forment un propulseur. Chaque pièce a une fonction spécifique et contribue au fonctionnement global du propulseur. Certaines pièces sont responsables de la transmission de mouvement, d'autres assurent l'étanchéité ou le support structurel.

Dans cette image, vous pouvez voir chaque pièce individuelle qui compose le propulseur. Il peut y avoir des axes, des joints d'étanchéité, des plaques de support et bien d'autres éléments. Chaque pièce a été conçue avec précision pour s'adapter parfaitement à son rôle dans le mécanisme global.

L'objectif de cette visualisation détaillée est de permettre une compréhension complète de la composition du propulseur. En examinant chaque pièce, vous pouvez comprendre comment elles interagissent les unes avec les autres pour produire le mouvement souhaité. Cela facilite

également la maintenance, le dépannage et la modification du propulseur si nécessaire.

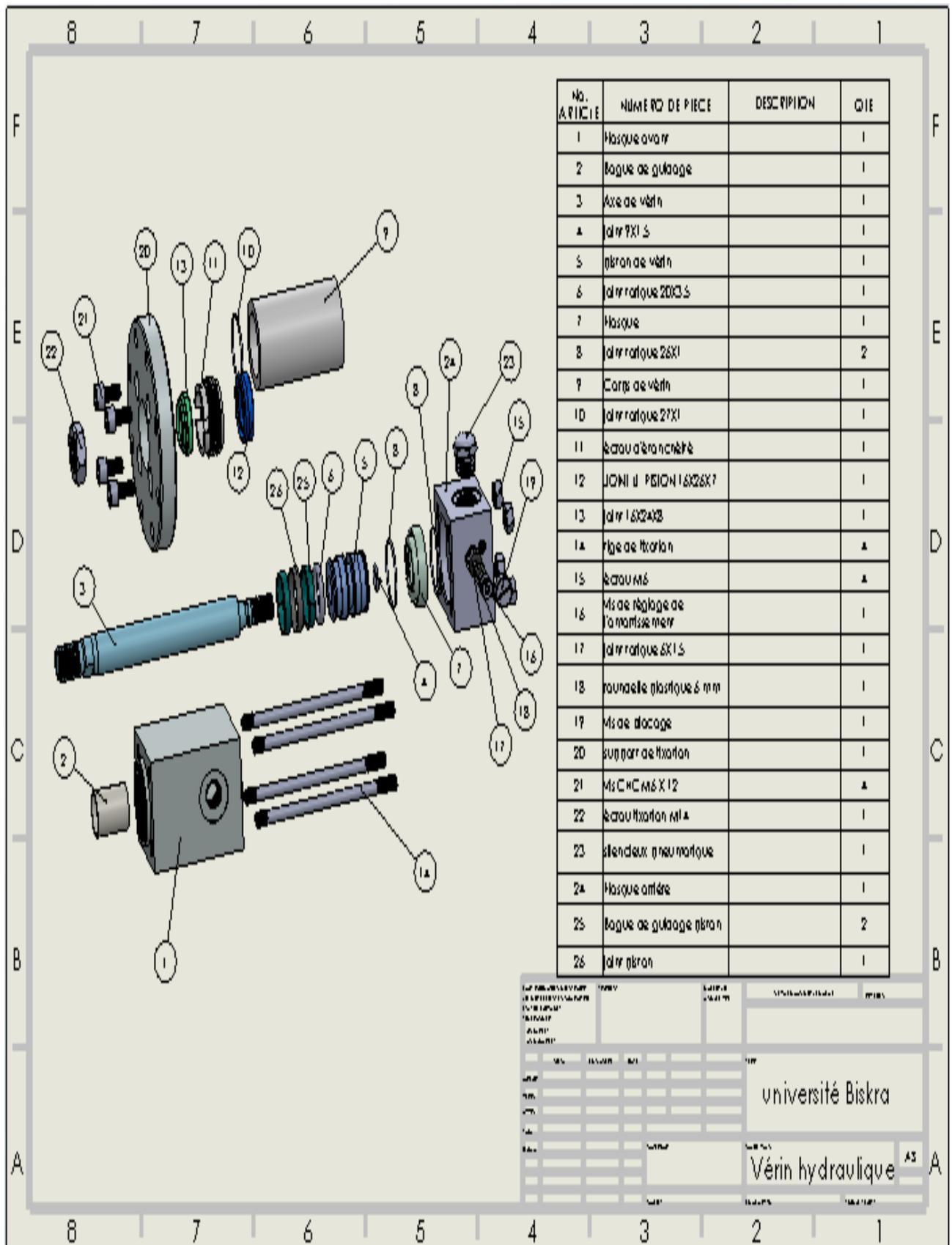


Figure III.22 : dessin d'assemblage d'un vérin hydraulique.

### III.9.2.4. Schéma en coupe de vérin hydraulique :

Un schéma en coupe longitudinale d'un vérin hydraulique illustre de manière détaillée la structure interne et les types de connexions entre les différentes pièces. On peut y observer les divers composants tels que le piston, le cylindre, les joints d'étanchéité, les tiges de piston, les orifices d'entrée et de sortie du fluide hydraulique, ainsi que les différents types de raccords utilisés pour assembler ces pièces. Ce schéma permet de comprendre le fonctionnement interne du vérin, en montrant comment le fluide sous pression est dirigé pour générer le mouvement linéaire. Les matériaux des composants, leurs dimensions et les tolérances de fabrication peuvent également être indiqués pour fournir une compréhension complète de la construction et du fonctionnement du vérin hydraulique.

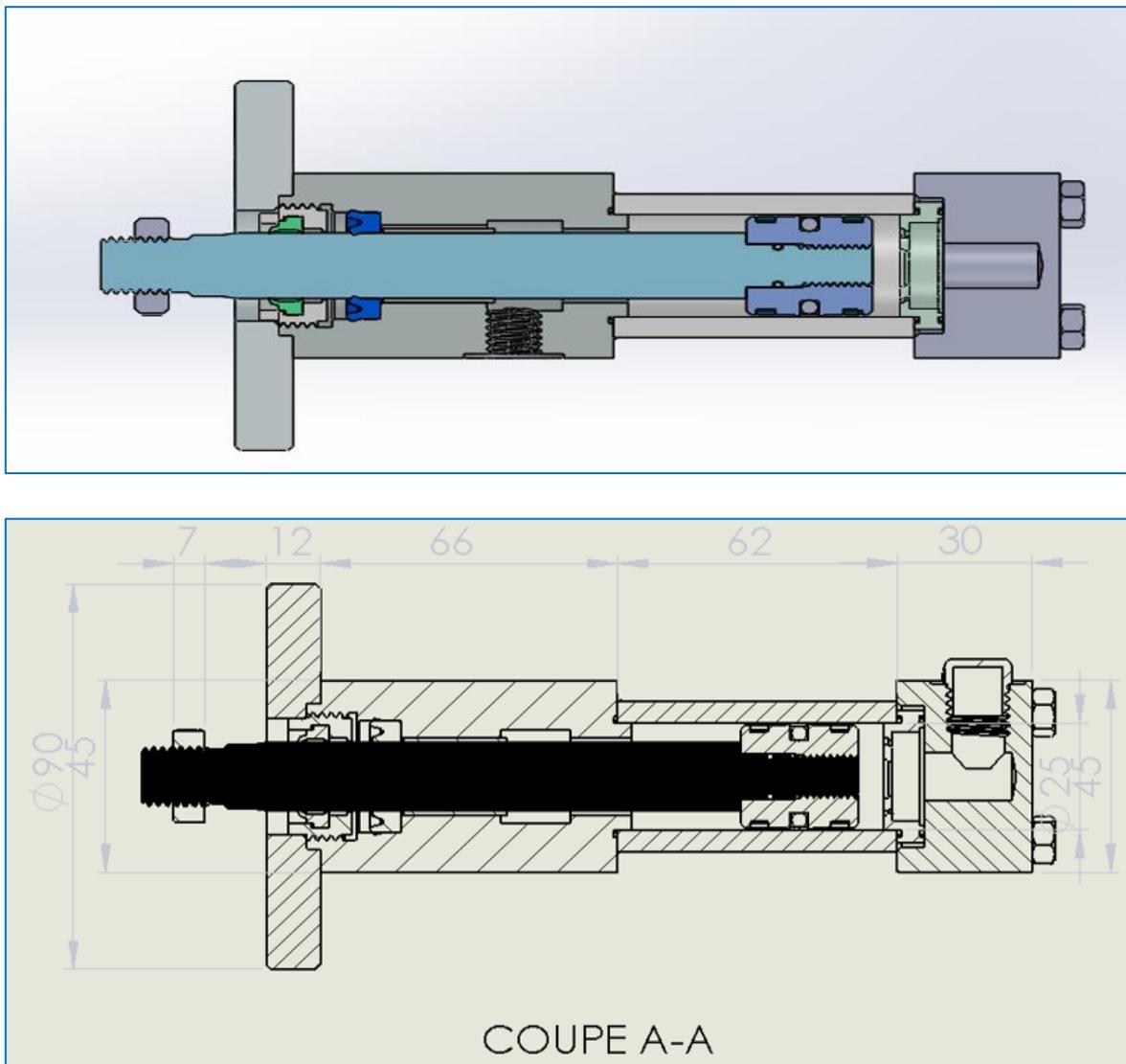


Figure III.23 : coupe de vérin hydraulique.

### III.10. Les causes probables de détérioration de ce vérin hydraulique :

- Type d'huile.
- Pollution de l'huile.
- Géométrie et les tolérances des fixations.
- Flambement.
- Choix des joints par rapport à l'application.
- Réglage des fins de course.

La détérioration d'un vérin hydraulique peut être causée par divers facteurs. Voici une analyse détaillée de chaque cause probable, y compris la définition du problème, ses causes, ses conséquences et ses solutions.

#### III.10.1. Type d'huile :

**Problème :** Utilisation d'une huile inappropriée.

**Causes :**

- Incompatibilité entre l'huile utilisée et les matériaux du vérin.
- Propriétés physiques et chimiques de l'huile non adaptées (viscosité, résistance à l'oxydation, point d'écoulement, etc.).

**Conséquences :**

- Usure prématurée des composants internes.
- Mauvais fonctionnement du vérin.
- Risque de corrosion.
- Inefficacité du vérin.
- Fuites.

**Solutions :**

- Sélectionner une huile spécifiquement recommandée par le fabricant du vérin.
- Vérifier régulièrement les propriétés de l'huile utilisée.
- Effectuer des tests de compatibilité avant utilisation.

#### III.10.2. Pollution de l'huile :

**Problème :** Présence de contaminants dans l'huile (poussière, eau, particules métalliques...)

**Causes :**

- Mauvaise filtration de l'huile.
- Entrées d'air dans le circuit.
- Usure des composants du vérin.

**Conséquences :**

Usure abrasive des composants

- Grippage du vérin.
- Fuites.
- Dégradation de la performance.

**Solutions :**

- Installer des filtres adéquats sur le circuit hydraulique.
- Assurer une maintenance régulière du système.
- Utiliser des bouchons de protection pour les ports du vérin.
- Analyser régulièrement l'huile pour détecter toute contamination.

**III.10.3. Géométrie et tolérances des fixations :**

**Problème :** Fixations non conformes aux spécifications du vérin (mauvais alignement, serrage excessif, jeu excessif, etc.).

**Causes :**

- Mauvaise installation des fixations.
- Vibrations excessives.
- Déformations de la structure supportant le vérin.

**Conséquences :**

- Contraintes mécaniques sur le vérin.
- Usure accélérée des composants.
- Fuites.
- Instabilité du système.

**Solutions :**

- Vérifier la conformité des fixations aux spécifications du vérin.
- S'assurer d'un alignement correct.
- Utiliser des fixations de qualité adéquate.
- Contrôler régulièrement le serrage des fixations.
- Minimiser les vibrations sur le système.

**III.10.4. Flambement :**

**Problème :** Déformation du tube du vérin due à des charges excessives ou à un mauvais support.

**Causes :**

- Forces appliquées au vérin supérieures à sa capacité de charge.
- Absence ou insuffisance de guidage du vérin.
- Fixations rigides empêchant la dilatation thermique.

**Conséquences :**

- Déformation permanente du tube.
- Fuites.
- Perte de performance.
- Risque de rupture du vérin.

**Solutions :**

- Dimensionner le vérin en fonction des charges réelles.
- Assurer un guidage adéquat du vérin.
- Utiliser des fixations flexibles permettant la dilatation thermique.
- Surveiller l'état du tube du vérin.

**III.10.5. Choix des joints par rapport à l'application :**

**Problème :** Utilisation de joints non adaptés aux conditions de fonctionnement du vérin (température, pression, vitesse, etc.).

**Causes :**

- Mauvais choix du matériau ou du type de joint.
- Usure des joints due à la friction ou à la corrosion.
- Incompatibilité chimique entre le joint et l'huile.

**Conséquences :**

- Fuites.
- Perte de performance.
- Inefficacité du vérin.
- Corrosion des composants.

**Solutions :**

- Sélectionner des joints compatibles avec les conditions de fonctionnement du vérin (température, pression, vitesse, etc.).
- Utiliser des joints de qualité de matériaux appropriés.
- Respecter les consignes de montage et de maintenance des joints.

### III.10.6. Réglage des fins de course :

**Problème :** Mauvais réglage des fins de course du vérin, provoquant une butée brutale du piston ou une course excessive.

**Causes :**

- Butées mal positionnées.
- Course du vérin non conforme aux besoins de l'application.
- Usure ou déformation des butées.

**Conséquences :**

- Chocs sur le vérin et les composants environnants.
- Usure accélérée des composants.
- Fuites.
- Risque de casse.

**Solutions :**

- Vérifier et ajuster les fins de course en fonction de la course requise.
- Utiliser des butées de qualité adéquate.
- S'assurer de la fixation correcte des butées.
- Surveiller l'état des butées et les remplacer si nécessaire.

**En plus de ces six causes principales, d'autres facteurs peuvent contribuer à la détérioration d'un vérin hydraulique, tels que :**

- **Surcharge :** Utilisation du vérin au-delà de sa capacité de charge.
- **Chocs :** Chocs violents sur le vérin ou sur la charge qu'il déplace.

### III.11. Conclusion :

En conclusion de ce chapitre consacré à l'étude et à la conception d'un vérin hydraulique, nous pouvons affirmer que les efforts déployés dans l'analyse des problématiques de performance et l'identification des problèmes potentiels ont apporté une valeur ajoutée significative à notre compréhension des vérins hydrauliques. Nous avons ainsi approfondi notre compréhension de toutes les pièces mécaniques et du rôle de chacune d'entre elles. Nous avons mis en lumière les problèmes survenus au niveau du vérin, tels que les fuites, les vibrations et les ruptures, et avons présenté les causes possibles de ces dysfonctionnements.

# Conclusion Générale

## *Conclusion générale*

La centrale électrique à cycle simple d'Oumache témoigne des mesures proactives prises par l'Algérie pour faire face à ses défis énergétiques. En intégrant des solutions d'ingénierie avancées et des collaborations internationales, le projet améliore non seulement le réseau national, mais établit également une référence pour les futurs projets énergétiques. L'emplacement stratégique et la conception robuste garantissent que la centrale répondra de manière fiable aux demandes croissantes en énergie tout en maintenant des normes élevées de sécurité et d'efficacité.

Malgré le succès global de la centrale, les problèmes récurrents liés au vérin hydraulique dans le système de fonctionnement de la turbine à gaz soulignent la nécessité d'améliorations continues et d'innovations dans les pratiques de maintenance.

Les vérins hydrauliques, essentiels dans les systèmes industriels, convertissent la puissance du fluide en mouvements précis et puissants. Leur performance et durabilité dépendent d'une lubrification adéquate, qui réduit les frottements, protège contre la corrosion et dissipe la chaleur tout en maintenant l'étanchéité. Choisir le lubrifiant approprié implique de considérer le type de vérin, les conditions de fonctionnement, et les propriétés spécifiques du lubrifiant. Les méthodes courantes incluent la lubrification par points de graissage et la circulation d'huile. Une maîtrise approfondie de la lubrification améliore les performances, prolonge la durée de vie des équipements et réduit les coûts de maintenance, assurant ainsi la productivité et la compétitivité des entreprises industrielles.

Le chapitre III est dédié à l'étude et à la conception des vérins hydrauliques, il est clair que notre analyse approfondie a enrichi notre compréhension de ces composants essentiels des systèmes industriels. Nous avons examiné minutieusement les aspects de performance, en mettant en évidence les défis et les problèmes potentiels rencontrés. Nous avons pu explorer en détail le fonctionnement de chaque pièce mécanique du vérin et comprendre précisément leur rôle dans la transmission de la puissance hydraulique en mouvements linéaires ou rotatifs. Cette analyse nous a permis de mieux appréhender les mécanismes de fonctionnement et d'identifier les points critiques susceptibles de compromettre la performance du vérin. Parmi les problèmes examinés, nous avons observé des phénomènes tels que les fuites, les vibrations et les ruptures, chacun ayant des implications significatives sur la fiabilité et la durabilité du système. Nous avons également investigué les causes potentielles de ces dysfonctionnements, telles que des défauts de conception, des matériaux inadéquats, des conditions de fonctionnement extrêmes ou une maintenance insuffisante.

Cette étude approfondie nous a permis d'acquérir une vision globale et détaillée des vérins hydrauliques, renforçant ainsi notre capacité à concevoir, entretenir et optimiser ces éléments cruciaux des équipements industriels. En continuant d'approfondir nos connaissances et en mettant en pratique les meilleures pratiques identifiées, nous sommes mieux équipés pour répondre aux exigences de performance et de fiabilité dans diverses applications industrielles.

### **Perspective :**

La prochaine étape consistait à simuler ce vérin hydraulique pour vérifier ses performances et son efficacité dans différentes conditions. Cependant, le temps disponible pour le projet n'a pas suffi pour terminer cette étape importante, car la simulation peut être considérée comme une étape complémentaire pour déterminer la cause principale de la défaillance.

# Références

## *Références*

- [1] Ministère de l'Énergie de l'Algérie. "Stratégie énergétique nationale 2010-2020". Rapport officiel, 2010.
- [2] Office National de l'Électricité et du Gaz (SONELGAZ). "Projet de renforcement du réseau électrique", 2012.
- [3] Agence Algérienne pour la Maîtrise de l'Énergie (APRUE). "Plan d'urgence énergétique: Objectifs et réalisations", 2011.
- [4] Documentation de projet Oumache, Ref : « BIS EM 501 901 ».
- [5] SONELGAZ. "Inauguration de la centrale d'Oumache: Un pas vers la stabilité énergétique", 2015.
- [6] "Système d'Eau Brute et ses Composants," Manuel de Traitement de l'Eau Industrielle, Édition 2023.
- [7] "Distribution et Utilisation de l'Eau de Service," Guide Pratique du Traitement de l'Eau Industrielle, Édition 2023.
- [8] <https://fr.pureaqua.com/blog/questce-que-leau-demineralisee/> 20/04/2024
- [9] <https://www.techniques-ingenieur.fr/> 20/04/2024
- [10] <https://www.edibon.com/fr/systeme-de-contrôle-pour-des-services-electriques-domestiques-par-telephone> 20/04/2024
- [11] "Systèmes de Sécurité Incendie et Protection des Installations," Manuel de Sécurité Industrielle, Édition 2023
- [12] "Systèmes de Contrôle et de Surveillance Électrique (ECMS)," Guide de Gestion des Installations Électriques en Centrales, Édition 2023.
- [13] "Systèmes Numériques de Contrôle et de Commande (DCS) dans les Centrales Électriques," Manuel de Supervision et de Contrôle Industriel, Édition 2023.
- [14] "Architecture du Système Numérique de Contrôle et de Commande (DCS) de l'Unité Oumache II," Guide d'Ingénierie des Systèmes de Contrôle Industriel, Édition 2023.

- [15] Abed Ammr Khadraoui Ilham « révision générale sur turbine à gaz 5001P au niveau de la centrale de m'sila » Université de m'sila 2019
- [16] André LALLEMAND, 1195, “Production d’énergie électrique par centrales thermiques”, Techniques de l’Ingénieur, D 4 002, pp.1-11.
- [17] SACI HADEF FARES «Amélioration des performances de la turbine à gaz par refroidissement d’air d’admission en amont de compresseur» Université badji mokhtar Annaba 2017
- [18] NESRAOUI ILIAS« analyse et simulation de refroidissement des aubes d'une turbine a gaz» Université kasdi merbah- ouargla 2016
- [19] Slimani Ibrahim Elhelli Lamine « Etude des possibilités d’amélioration des performances d’une turbine a gaz pwps ft8 » Université badji mokhtar Annaba 2018
- [20] Claire M. Soares «gaz turbines in simple cycle & combined cycle applications»
- [21] "Principes de Fonctionnement des Vérins et Techniques de Lubrification," Manuel de Mécanique et Maintenance Industrielle, Édition 2023.
- [22] "Systèmes d'Alimentation de Lubrifiant pour Équipements Mécaniques," Guide de Lubrification Industrielle, Édition 2023.
- [23] X. PESSOLES, « Analyse des systèmes hydrauliques et pneumatiques », Sciences Industrielles de l'Ingénieur, 2004, France.
- [24] M. CHOUCHENE, S. ISET, « Technologie des Systèmes Hydrauliques », 2001, Tunisie.
- [25] M.DEZEST Cours 1SI-vérin distributeur-1.sxw- -28/01/2005
- [26] Actionneurs Hydrauliques - utt loko 2009-2010 - 2A ing Techno-PDF