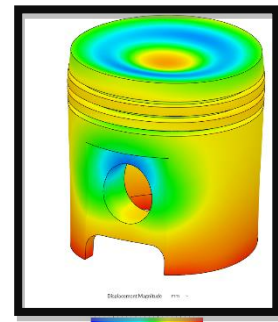
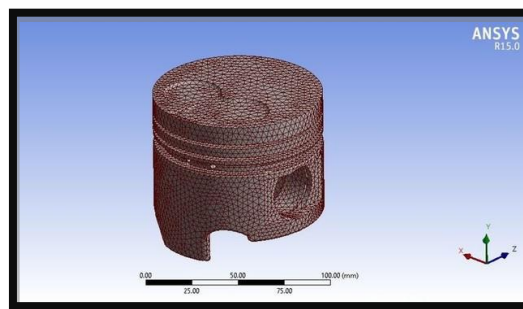
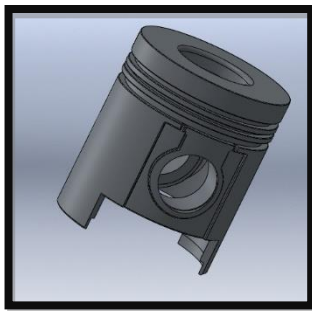


## Rapport de Travaux pratique ANSYS FLUENT

### Simulation d'un piston dans ANSYS FLUENT :



**Réalisé par :**

BENWADEH ihssan  
IBRAHIMI Fatim Zohra

**Encadré par :**

M. OUKKAROUCHE Mohamed

Année universitaire : 2023/2024

## LISTE DE FIGURE :

Figure 1: schéma de moteur à combustion interne	
Figure 2: moteur à combustion interne .....	1
Figure 3: Schéma du moteur à combustion externe	
Figure 4: Moteur à combustion externe .....	2
Figure 5: Schéma d'une turbine	
Figure 6: turbine.....	2
Figure 7: Schéma du moteur diesel	
Figure 8: moteur diesel.....	3
Figure 9: Schéma du moteur à piston	
Figure 10: moteur à piston.....	3
Figure 11: logo d'ANSYS.....	4
Figure 12: Icône des systèmes d'analyse.....	6
Figure 13: Editer la géométrie	
Figure 14: dessin du tête de piston.....	6
Figure 15: Générer la revolution.....	6
Figure 16: Extrusion de la jupe de piston .....	7
Figure 17: Dessiner l'esquisse.....	7
Figure 18: Excrusion.....	7
Figure 19: Pièce extrudé .....	7
Figure 22: Dessin et Extrusion de l'axe de piston .....	8
Figure 23: Editer le maillage.....	8
Figure 24: Maillage effectuer .....	9
Figure 25: Thermique stationnaire .....	9
Figure 26: Lubrification de la partie extérieure du piston .....	10
Figure 27: variation de la température .....	10
Figure 28: Variation du flux de chaleur.....	10
Figure 29: Insérer la pression .....	11
Figure 30: Insérer un support fixe.....	11
Figure 31: Insérer contrainte équivalente.....	12
Figure 32: Contraintes équivalentes .....	12
Figure 33: Insérer le déplacement total .....	12
Figure 34: Déplacement en fonction de temps.....	13
Figure 35: Insérer la déformation.....	13
Figure 36: Déformation du piston .....	13

## Table des matières :

<b>I.</b>	<b>INTRODUCTION GENERALE :</b>	<b>1</b>
1.	Définition des moteurs thermiques :	1
2.	Différent types du moteurs thermiques :	1
3.	Facteurs influencant sur les pistons :	3
4.	Definition ANSYS :	4
<b>II.</b>	<b>DESCREPTION DE PROBLEME :</b>	<b>5</b>
1.	Problématique :	5
2.	Solutions possibles avec ANSYS :	5
<b>III.</b>	<b>SIMULATION SUR ANSYS :</b>	<b>5</b>
1.	Modélisation géométrique :	5
2.	Maillage :	8
3.	Configuration dans l'atelier thermique stationnaire :	9
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSION :</b>	<b>14</b>

# I. INTRODUCTION GENERALE :

## 1. Définition des moteurs thermiques :

Un moteur thermique est un type de moteur, (comme le moteur d'une voiture) qui produit un mouvement macroscopique à partir de chaleur. Lorsque quelqu'un se frotte les mains, la friction transforme l'énergie mécanique (le mouvement de nos mains) en énergie thermique (les mains se réchauffent). Les moteurs thermiques font exactement le contraire ; ils prennent l'énergie de la chaleur (par rapport à l'environnement) et la transforment en mouvement. Souvent, ce mouvement est transformé en électricité avec un générateur.

## 2. Différent types de moteurs thermiques :

Il existe différents types de moteurs thermiques, qui sont des dispositifs qui convertissent l'énergie thermique en énergie mécanique. Voici quelques-uns des principaux types de moteurs thermiques :

- **Moteur à combustion interne :**

Moteur à explosion (à quatre temps) : C'est le type de moteur utilisé couramment dans les voitures. Il fonctionne en quatre phases : admission, compression, combustion (explosion), et échappement.

Moteur à deux temps : Il a seulement deux phases (temps) : compression et explosion. Ces moteurs sont souvent utilisés dans les petits engins tels que les tondeuses à gazon et les motocyclettes.

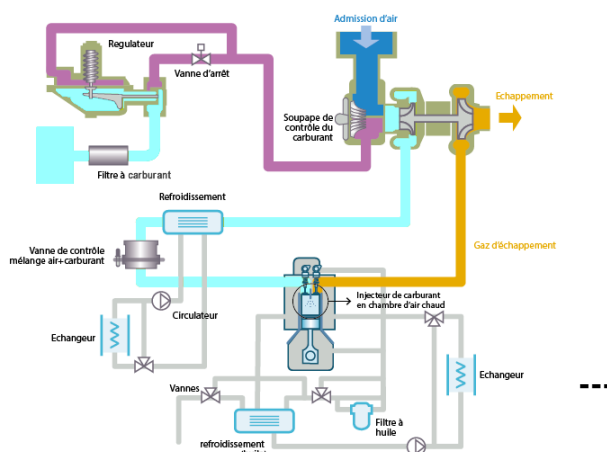


Figure 1: schéma de moteur à combustion interne



Figure 2: moteur à combustion interne

- **Moteur à combustion externe :**

**Moteur à vapeur :** Fonctionne en utilisant la pression de la vapeur d'eau pour produire un mouvement mécanique. Les moteurs à vapeur ont été largement utilisés à l'époque de la révolution industrielle. **Moteur Stirling :** Il fonctionne sur le principe de la compression et de la détente d'un gaz (généralement de l'air) à l'intérieur d'un cylindre.

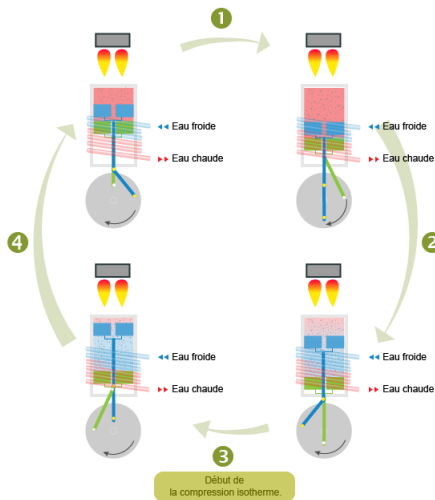


Figure 3: Schéma du moteur à combustion externe

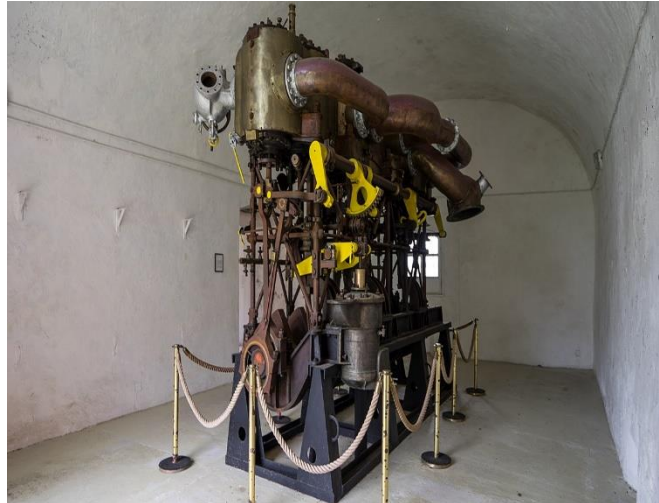


Figure 4: Moteur à combustion externe

- **Turbines :**

**Turbine à gaz :** Utilise la combustion de carburants pour produire des gaz chauds qui font tourner une turbine, générant ainsi de l'énergie mécanique.

**Turbine à vapeur :** Convertit l'énergie thermique de la vapeur d'eau en énergie mécanique en faisant tourner une turbine.

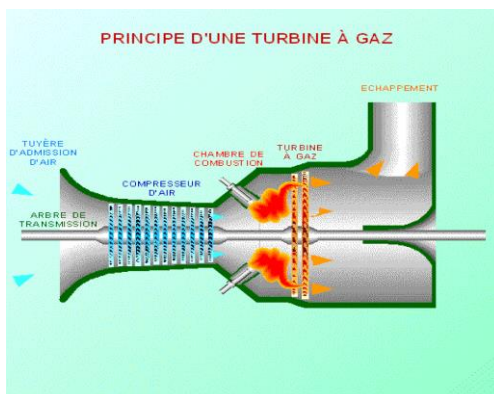


Figure 5: Schéma d'une turbine



Figure 6: turbine

- **Moteur diesel :**

Ce type de moteur utilise la compression de l'air pour provoquer l'inflammation du carburant diesel, générant ainsi de la chaleur et propulsant un piston.

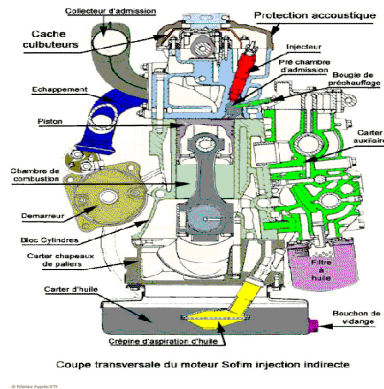


Figure 7: Schéma du moteur diesel

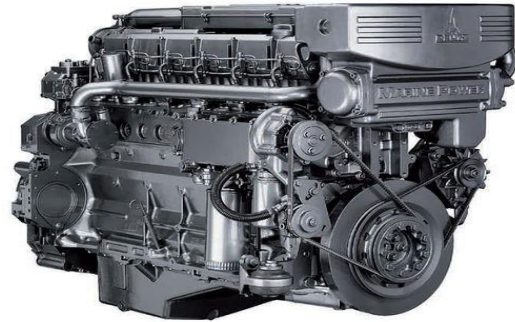


Figure 8: moteur diesel

- **Moteur à piston**

Un exemple est le moteur Winkell, qui utilise un rotor en rotation plutôt que des pistons alternatifs.

Chacun de ces types de moteurs thermiques a ses propres avantages et inconvénients, et ils sont utilisés dans diverses applications en fonction des besoins spécifiques de l'industrie.

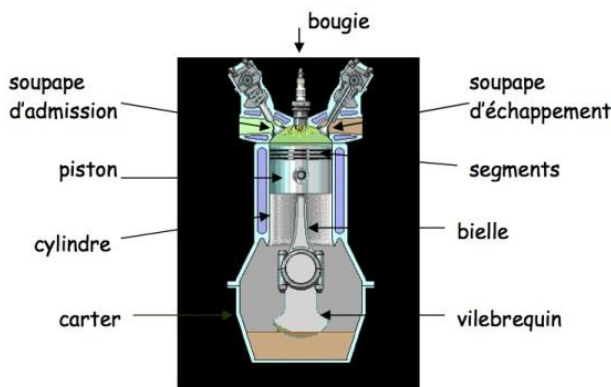


Figure 9: Schéma du moteur à piston

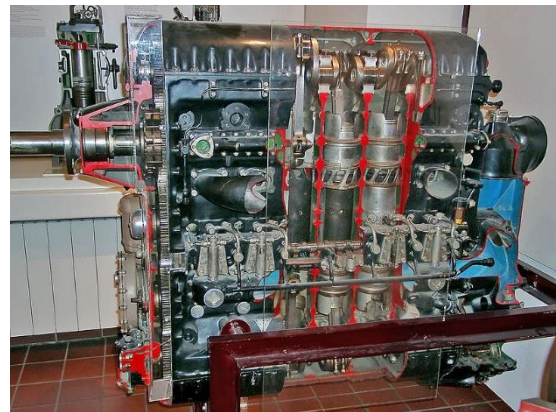


Figure 10: moteur à piston

### 3. Facteurs influençant sur les pistons :

La déformation, la température et la pression ont toutes un impact significatif sur le comportement des pistons dans un moteur. Voici comment chacun de ces facteurs influence le piston :

- **Déformation :**

Lorsque le piston est soumis à des charges mécaniques, il peut subir une déformation élastique. Cette déformation élastique est généralement temporaire et réversible, ce qui signifie que le piston peut retrouver sa forme initiale une fois que la charge est retirée.

Cependant, des charges répétées ou excessives peuvent entraîner une déformation permanente, ce qui peut compromettre l'étanchéité du piston et réduire son efficacité.

- **Température :**

La température dans la chambre de combustion peut atteindre des niveaux élevés lors de la combustion du carburant. Cela provoque une expansion thermique du piston.

Les pistons sont souvent fabriqués en matériaux ayant un coefficient de dilatation thermique spécifique pour compenser ces expansions. Les ingénieurs tiennent compte de ces variations dimensionnelles lors de la conception pour éviter des problèmes tels que le grippage.

- **Pression :**

Lorsque le mélange air-carburant est enflammé dans la chambre de combustion, la pression augmente considérablement. Cette pression pousse le piston vers le bas dans le cylindre, générant le mouvement nécessaire pour faire fonctionner le moteur.

La pression affecte également l'étanchéité du piston contre les parois du cylindre. Une pression excessive peut entraîner des fuites de gaz de combustion, réduisant l'efficacité du moteur.

#### **4. Definition ANSYS :**

**ANSYS** est un ensemble de logiciels de simulation d'ingénierie largement utilisé dans le domaine de l'analyse numérique et de la simulation pour résoudre des problèmes complexes liés à la conception et à l'ingénierie. Le nom "**ANSYS**" est dérivé de l'analyse numérique des systèmes.



Figure 11: ANSYS Fluent

**ANSYS** propose une suite complète de logiciels qui couvrent une gamme étendue de domaines d'ingénierie, tels que la mécanique des structures, la dynamique des fluides, l'électromagnétisme, l'analyse thermique, l'acoustique, et bien d'autres. Voici quelques-unes des caractéristiques principales d'ANSYS :

- **Simulation Multiphysique** : Permet de résoudre des problèmes qui impliquent plusieurs domaines physiques simultanément, comme la fluidique et la thermique, la mécanique des structures couplée à l'électromagnétisme, et
- **Modélisation Géométrique** : Permet de créer des modèles 3D complexes qui représentent les structures physiques ou les systèmes à analyser.
- **Maillage Automatique** : Génère automatiquement des maillages adaptatifs pour les modèles complexes afin de faciliter la résolution numérique.



- **Optimisation** : Intègre des outils d'optimisation pour aider à améliorer la conception des produits en ajustant automatiquement les paramètres en fonction des résultats de la simulation.

## **II. DESCRIPTION DE PROBLEME :**

### **1. Problématique :**

La problématique « **Optimisation des Performances des Pistons dans un Moteur Thermique en Tenant Compte des Contraintes liées à la Déformation, la Température et la Pression** » s'intéresse aux défis rencontrés dans la conception de pistons pour les moteurs thermiques, en mettant en lumière les influences concurrentes de la déformation due aux charges mécaniques, des variations de température pendant le cycle de combustion, et des hautes pressions générées dans la chambre de combustion. L'objectif est d'améliorer la durabilité, l'efficacité énergétique et la fiabilité du moteur en optimisant la conception des pistons.

L'utilisation d'ANSYS permettrait de réaliser des simulations numériques avancées, d'analyser de manière approfondie les interactions entre les différents facteurs et de proposer des solutions de conception optimisées pour les pistons, améliorant ainsi les performances globales des moteurs thermiques.

### **2. Solutions possibles avec ANSYS :**

- ✓ Appliquer des techniques d'optimisation topologique avec ANSYS pour ajuster la géométrie du piston et minimiser les déformations tout en maintenant la résistance structurelle.
- ✓ Intégrer ces résultats dans la conception pour choisir des matériaux avec des coefficients de dilatation thermique adaptés.
- ✓ Adapter la conception du piston pour mieux résister aux charges de pression, en optimisant la forme du bol du piston pour améliorer le mélange air-carburant et la combustion.
- ✓ Explorer l'utilisation de matériaux composites ou de revêtements spéciaux pour les pistons, en s'appuyant sur les résultats des simulations ANSYS pour évaluer leur performance sous diverses conditions.

## **III. SIMULATION SUR ANSYS :**

Pour commencer notre simulation on va suivre les étapes suivantes :

### **1. Modélisation géométrique :**

Avant d'entamer la géométrie, on doit lancer d'abord « **ANSYS Workbench** », puis on clique sur « **mécanique des fluides (fluent)** » pour ouvrir le tableau de géométrie, maillage...



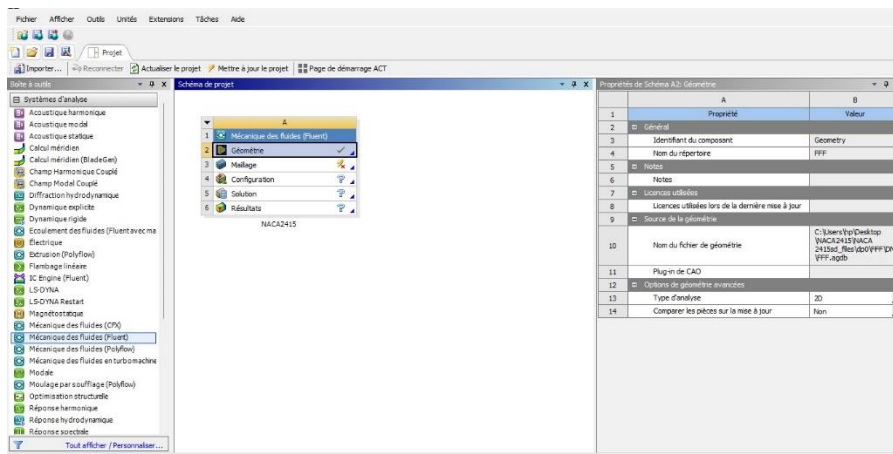


Figure 12: Icône des systèmes d'analyse

On clique sur géométrie, puis sur « **éditer la géométrie dans Design Modeler** »

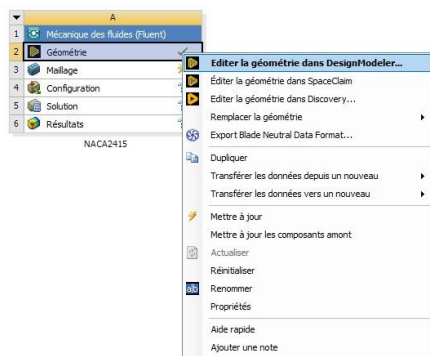


Figure 13: Editer la géométrie

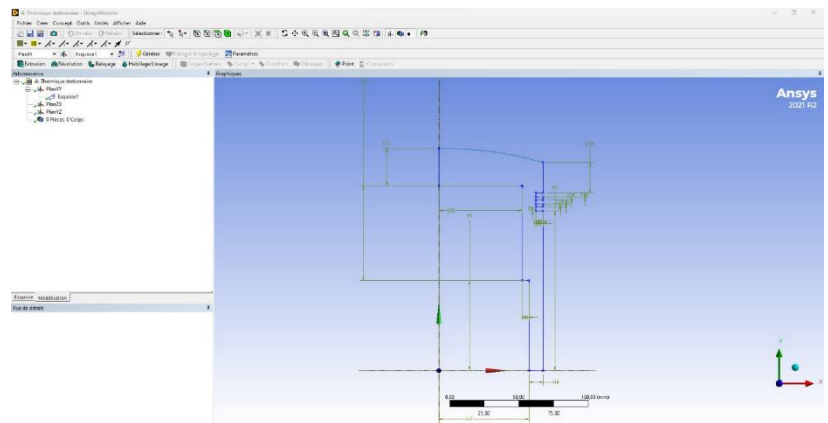


Figure 14: dessin du tête de piston

On génère la révolution en cliquant sur :

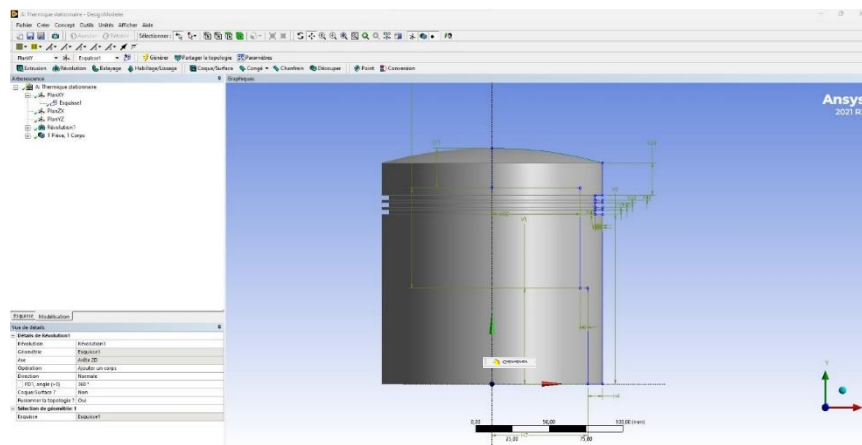
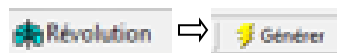


Figure 15: Générer la revolution

On ajoute une autre esquisse dans le même plan pour dessiner l'emplacement de l'axe :

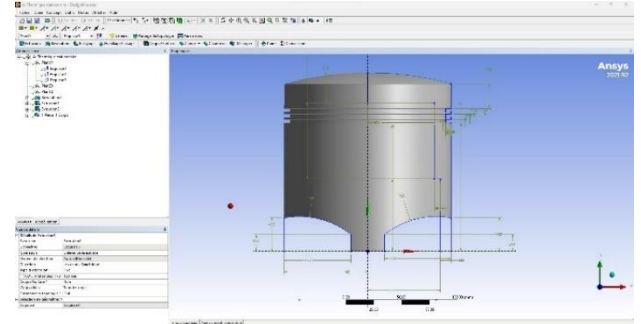
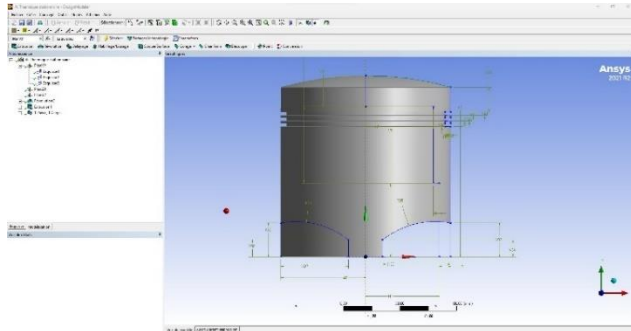
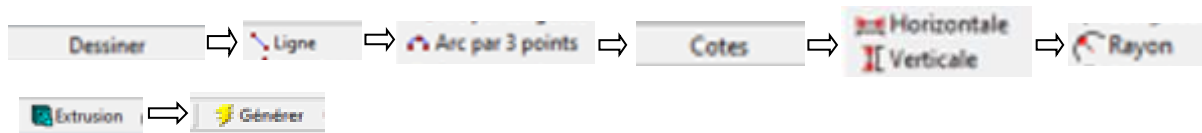


Figure 16:Extrusion de la jupe de piston

On ajoute la troisième esquisse dans le même plan de la manière suivante :



On utilise l'icône **ajuster** pour supprimer les lignes supplémentaires :

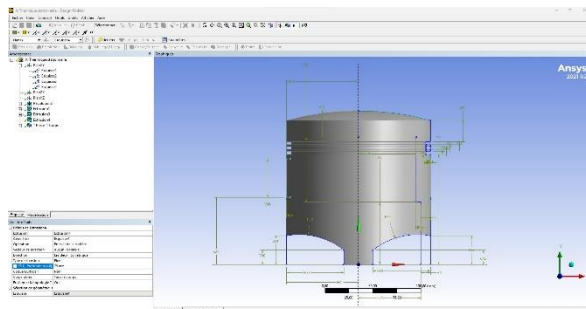


Figure 17: Dessiner l'esquisse

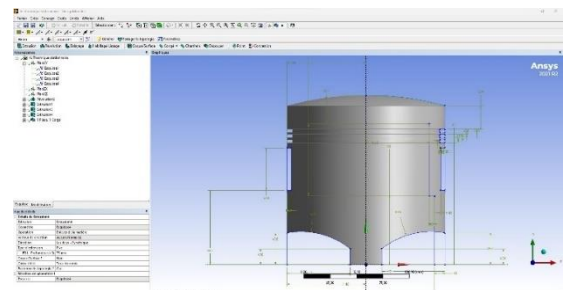


Figure 18: Extrusion

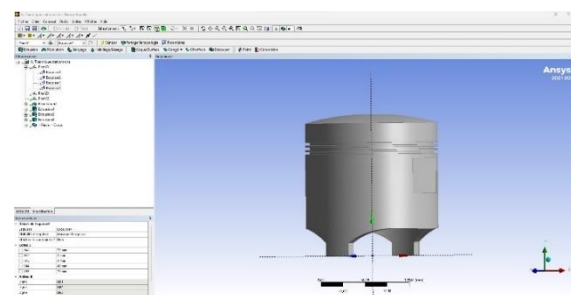


Figure 19:Pièce extrudé

On choisit une quatrième esquisse dans un autre plan pour dessiner l'axe de piston :

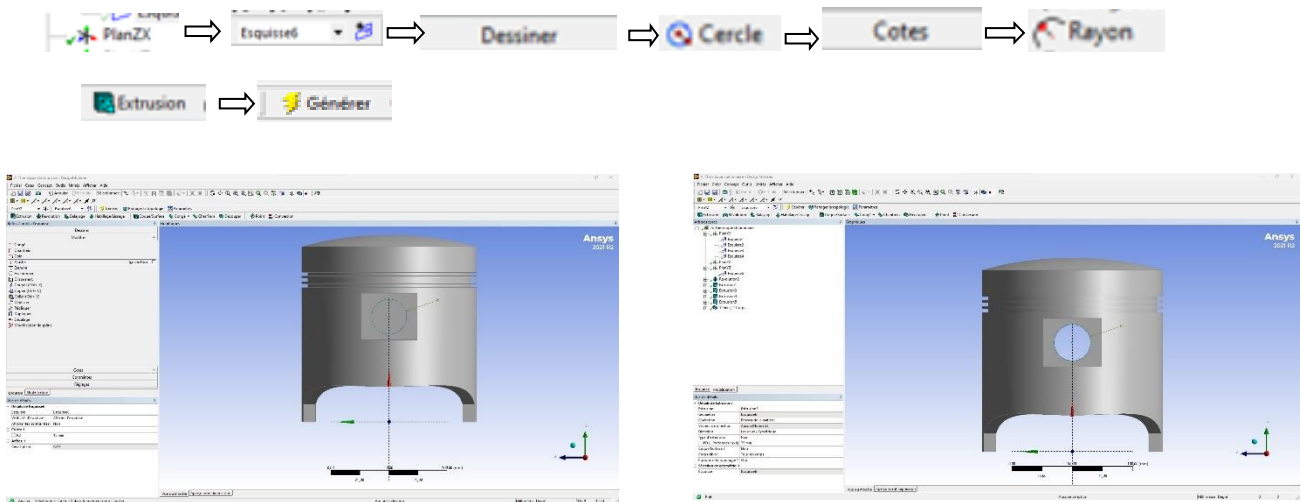


Figure 20: Dessin et Extrusion de l'axe de piston

## 2. Maillage :

Le maillage a une influence significative sur la précision et l'efficacité de la simulation. Un maillage fin (avec de petits éléments) peut donner des résultats plus précis, c'est ce qu'on va faire dans notre piston.

Avant de passer au maillage on vérifie que la géométrie est correcte, et pour savoir qu'il est correct on trouve le symbole de vérification suivant :

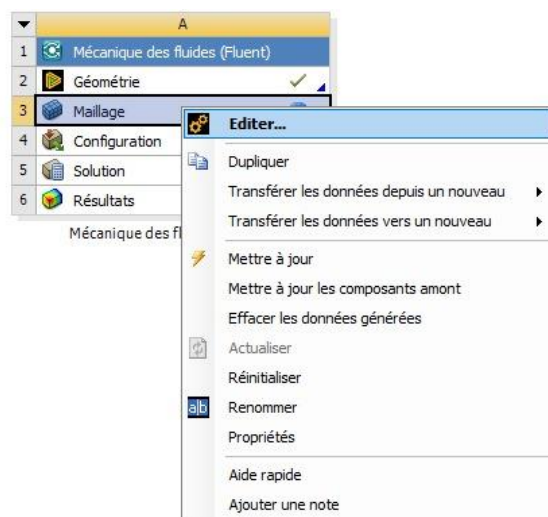


Figure 21: Editer le maillage

On clique sur maillage, on choisit le nombre de divisions 100000 par mètre pour effectuer notre maillage.

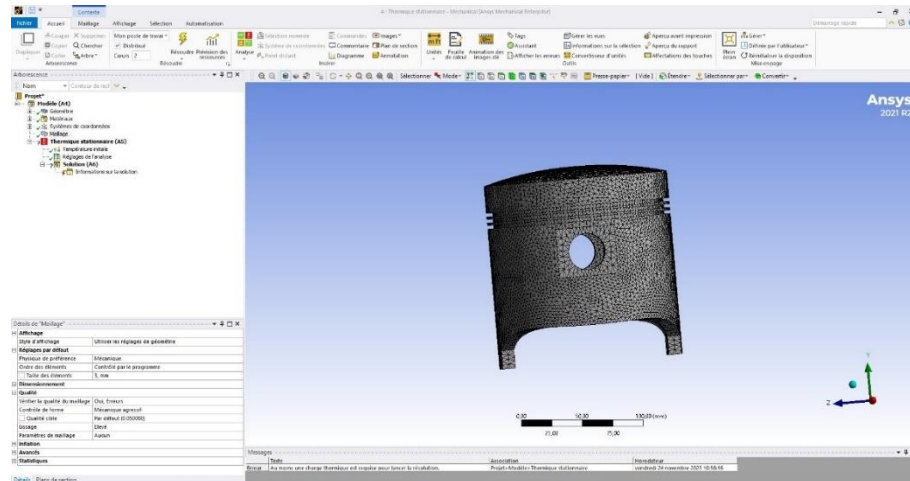


Figure 22: Maillage effectuer

### 3. Configuration dans l'atelier thermique stationnaire :

Le terme "thermique stationnaire" fait référence à une condition dans laquelle la distribution de la température à l'intérieur d'un système ne change pas avec le temps. Cela signifie que la chaleur à l'intérieur du système est équilibrée, et les gradients de température à travers le système ne changent pas au fil du temps.

On clique sur thermique stationnaire et on va extraire un deuxième tableau en conservant la géométrie le maillage et le modèle pour générer la configuration.

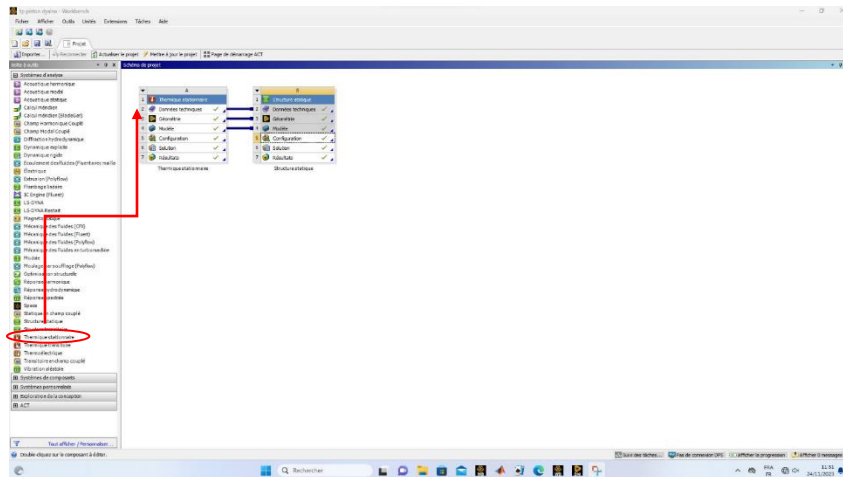


Figure 23: Thermique stationnaire

Pour effectuer la lubrification des parties extérieures des pistons, les segments, l'emplacement d'axe et la jupe, en cliquant sur convection .et on modifie la température à 25C°.

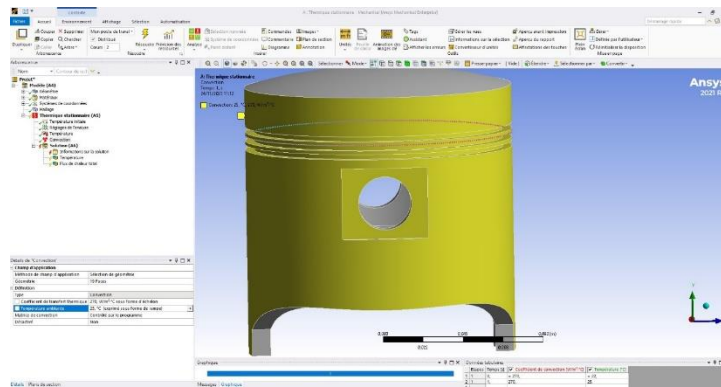


Figure 24: Lubrification de la partie extérieure du piston

On passe alors à l'étape suivante en cliquant sur insertion puis « **température** », ensuite « **température standard** » pour voir les variations de la température dans le piston.



Ce symbole nous montre la variation de températures à partir de changement de couleurs

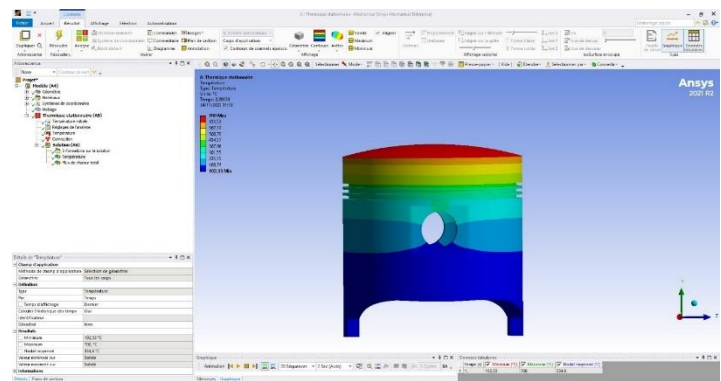


Figure 25: variation de la température

A partir de ces couleurs on voit où il existe la valeur maximum et minimum de température, la figure montre que la couleur rouge signifie la température maximale et le bleu la température minimale.

Pour générer le flux on clique droite sur solution puis insertion et sur « **flux de chaleur total** » pour avoir le flux autour de piston.

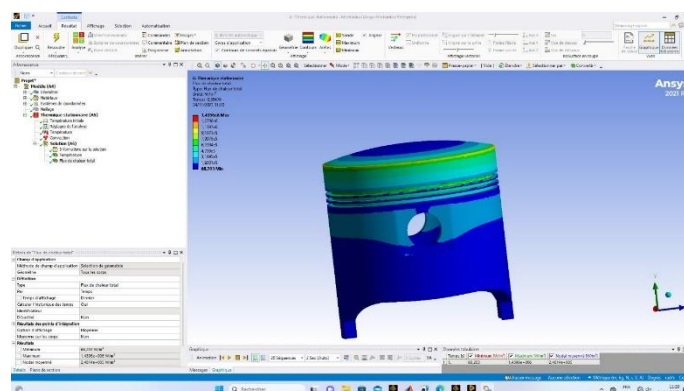


Figure 26: Variation du flux de chaleur

On passe alors à l'étape suivante en cliquant sur « **structure statique** » puis insertion et la « **pression** » pour voir ou il existe la pression maximum sur le piston.

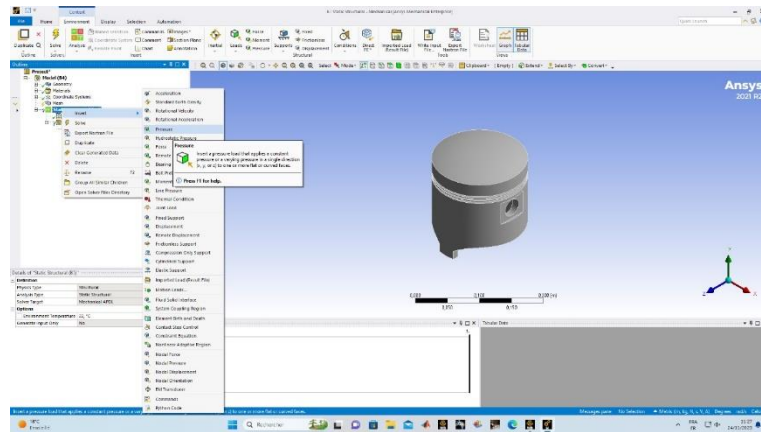


Figure 27: Insérer la pression

On indique le support fixe avec une clique sur la « **structure statique** » puis sur insertion et sur un support fixe.

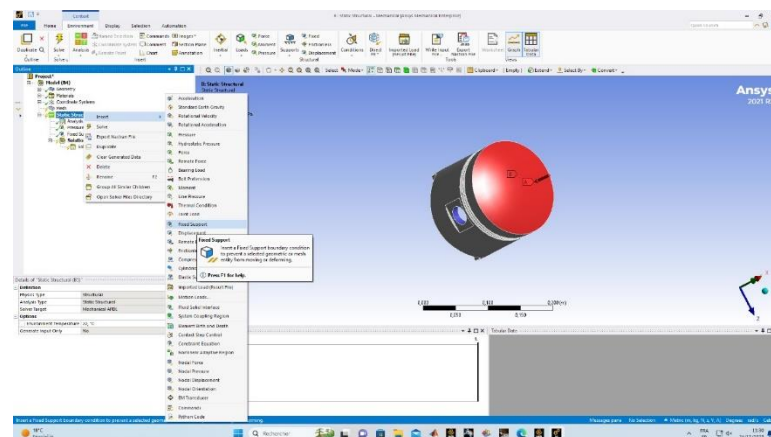


Figure 28: Insérer un support fixe



Ensuite on clique sur solution puis insertion et sur « **contrainte équivalente** »

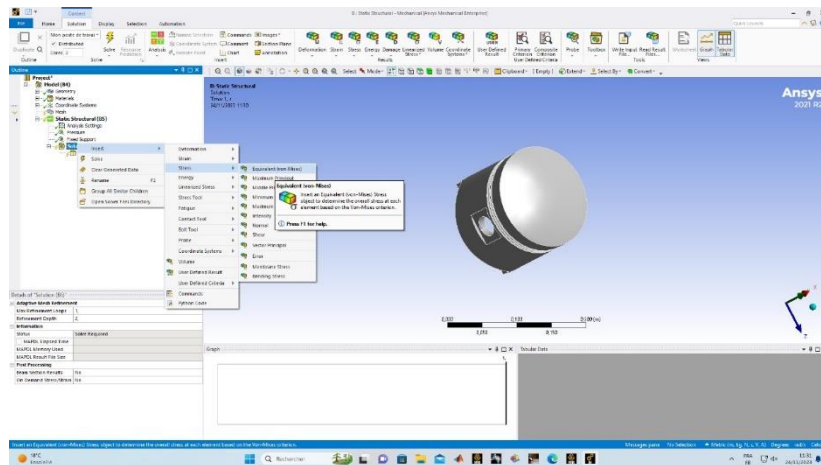


Figure 29: Insérer contrainte équivalente

Pour évaluer les contraintes équivalentes, on utilise généralement le concept de contrainte thermique équivalente en cliquant sur contour pour voir ces contraintes.

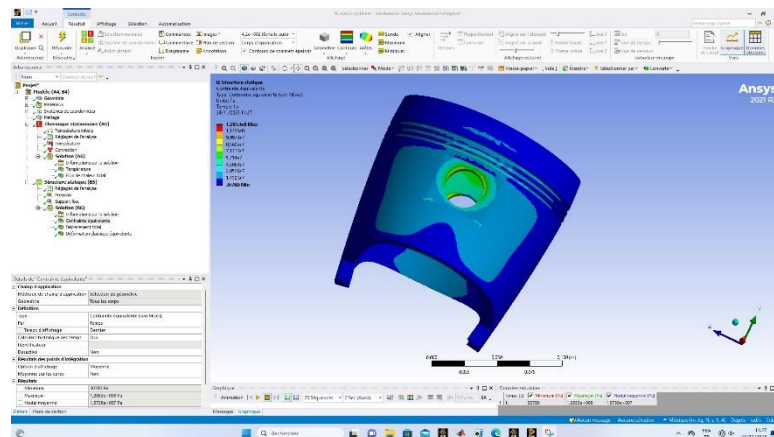


Figure 30: Contraintes équivalentes

On clique droite sur insertion ensuite « **déplacement** » puis « **déplacement total** »

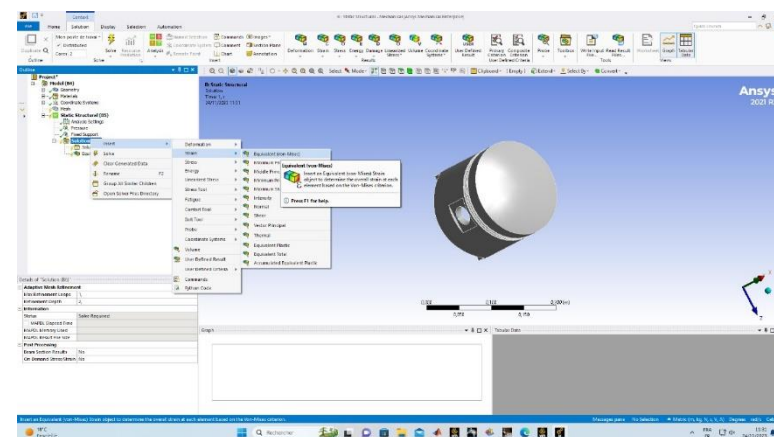


Figure 31: Insérer le déplacement total



Cette figure ci-dessous montre le déplacement total de fluide en fonction de temps :

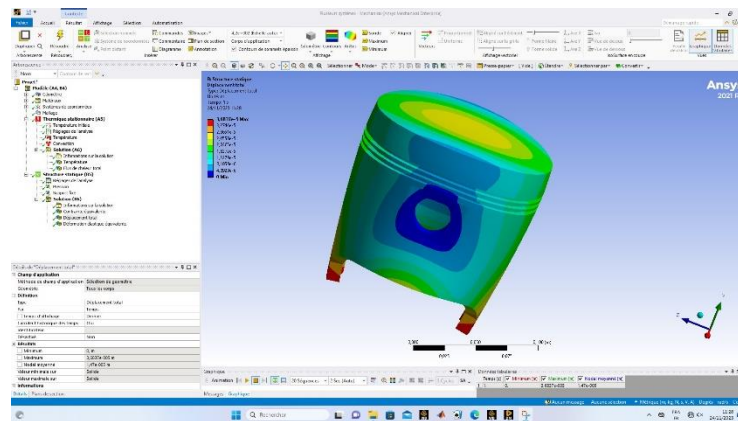


Figure 32:Déplacement en fonction de temps

Pour avoir la déformation du piston on clique sur solution, insertion puis « **déformation élastique équivalente** »

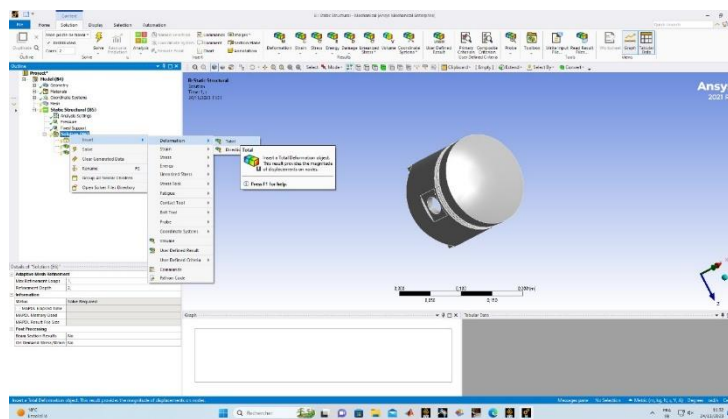


Figure 33:Insérer la déformation

Cette figure montre qu'il existe une déformation autour de la jupe de piston :

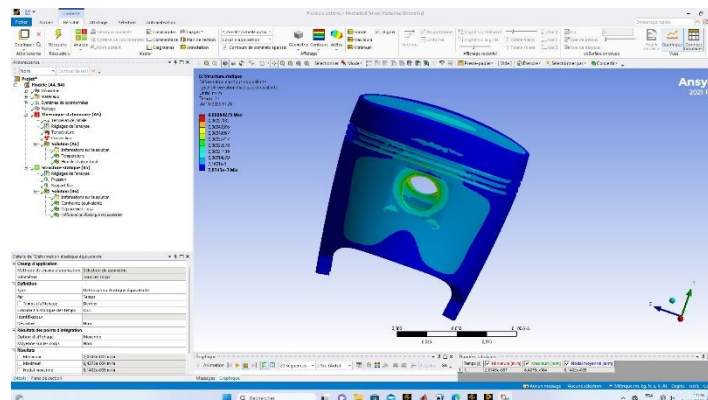


Figure 34:Deformation du piston

#### IV. CONCLUSION :

Dans ce TP on a mis en œuvre des méthodes d'optimisation à l'aide d' ANSYS en particulier ANSYS FLENT et THERMIQUE STATIONNAIRE et on a pu conduire une analyse approfondie des diverses contraintes auxquelles est soumis le piston, englobant des facteurs tels que la pression et la température. Ces contraintes aboutissent à des déformations qui ont été minutieusement étudiées dans le but de proposer des solutions visant à renforcer la robustesse et la flexibilité du piston. Cette étude complète nous a permis d'élaborer des recommandations pertinentes pour améliorer les performances et la durabilité du piston dans des conditions opérationnelles variées. Ensuite améliorer la capacité du piston à résister aux contraintes de pression en optimisant la configuration du piston.