

## Chapitre III : outils numériques de résolution

### III.1 Généralité et présentation de Solidworks

Le logiciel de conception mécanique Solidworks est un outil de conception de modélisation volumique paramétré, basé sur des fonctions, qui tire parti des fonctionnalités de Windows TM, connu pour sa convivialité. On peut créer des modèles volumiques 3D entièrement intégrés avec ou sans contraintes tout en utilisant des relations automatiques ou définies par l'utilisateur pour saisir l'intention de conception. Un modèle Solidworks est entièrement intégré par rapport aux mises en plan et aux assemblages qui le référencent. Les changements introduits dans le modèle sont entièrement reflétés dans les mises en plan et les assemblages qui lui sont associés. Inversement si on effectue des changements dans le contexte d'une mise en plan ou d'un assemblage, ces changements sont reflétés dans le modèle. Les relations géométriques telles que les relations parallèles, perpendiculaires, horizontales, verticales, concentriques et coïncidentes sont des exemples des contraintes supportées par Solidworks. Des équations peuvent également être utilisées pour établir des relations mathématiques entre les paramètres. Par ces moyens on peut garantir que des concepts seront établis et conservés [9].

### III.2 Historique Solidworks

Créé en 1993 par l'éditeur américain éponyme, Solidworks a été acheté le 24 juin 1997 par la société Dassault Systèmes2.

Parmi les plus grandes organisations utilisant Solidworks, on peut citer Michelin, Équipement d'emballage MMC, AREVA, Patek Philippe, MegaBlocs, Axiome, ME2C, SACMO, LeBoulch, Robert Renaud et le Ministère de l'Éducation nationale français[9].



### III.3 Fonctionnement

Solidworks est un modelleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés [9].

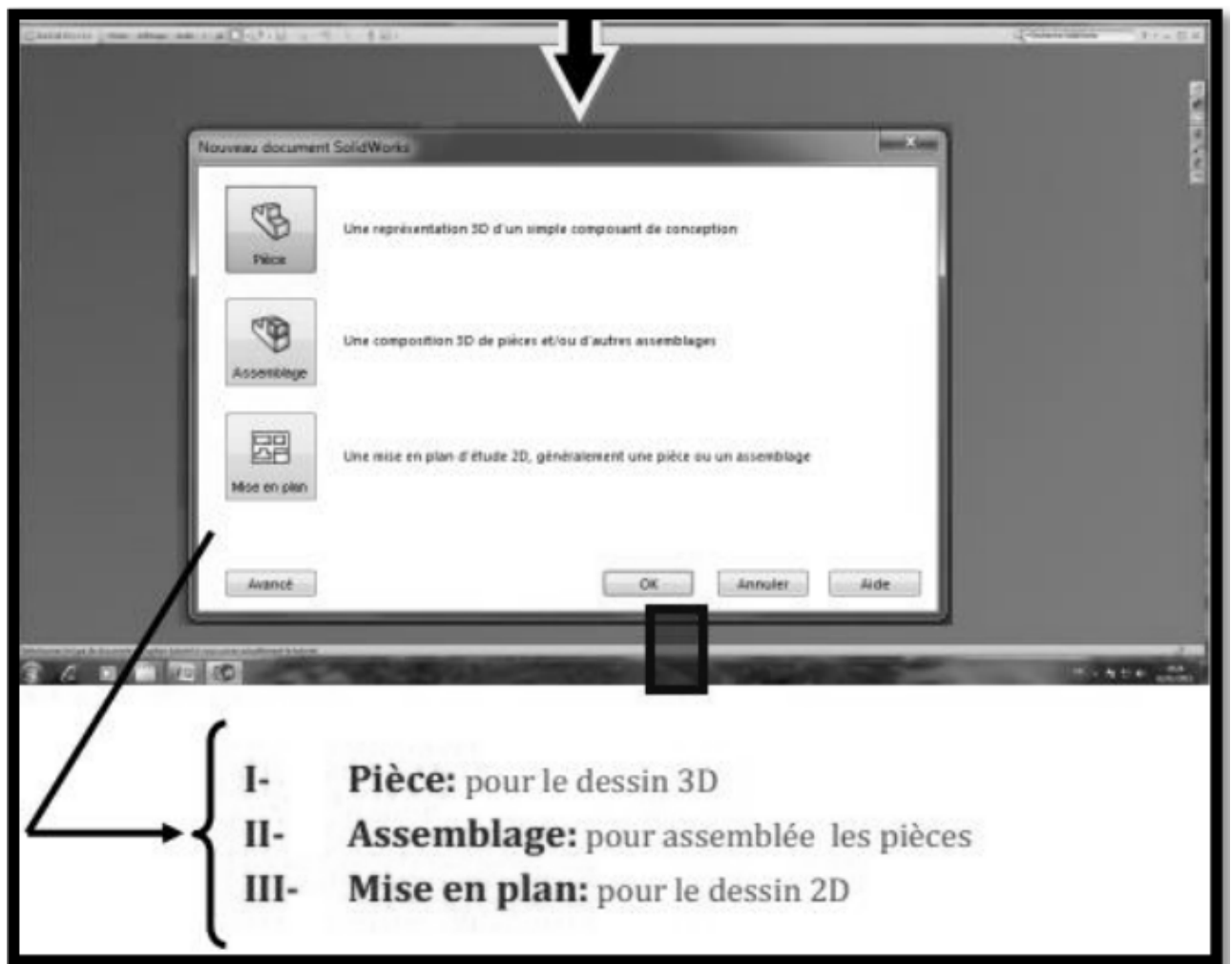


Figure III.1 Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base [9].

#### A. Conception des pièces :

Les pièces se conforment à partir d'une esquisse dessinée sur un plan. Cette esquisse 2D est obtenue par des formes géométriques simples comme lignes et cercles.

Une fois l'esquisse prête, le logiciel offre plusieurs fonctions à exécuter. On peut la prolonger vers une direction (extrusion), la faire tourner autour d'un axe ou réaliser

plusieurs autres opérations. Le dessin est paramétré, c'est-à-dire qu'on peut modéliser la forme souhaitée sans se préoccuper des dimensions exactes. Les dimensions des différentes pièces peuvent être liées de façon que lorsqu'une change, les autres changent aussi

### B. L'assemblage

A mesure qu'on réalise les pièces, on peut les assembler dans un nouveau fichier qui contiendra seulement les contraintes et rapports qu'on a imposé aux pièces. Les contraintes définissent la position des pièces dans l'ensemble et les liaisons entre elles. On peut donc imposer que deux pièces soient concentriques, que deux surfaces soient coplanaires ou par exemple que la distance entre deux surfaces soit déterminée. On peut créer un assemblage d'assemblages et comme cela construire des grands ensembles de façon structurée et ordonnée.

### C. La mise en plan

Pour que l'atelier puisse réaliser les pièces, il a besoin de plans en 2D plutôt que d'un dessin tridimensionnel dont la cotation serait assez confuse. Solidworks possède un module capable de projeter des vues de pièces ou d'ensembles sur un plan. Ensuite on peut faire des coupes et d'autres opérations pour mieux représenter la pièce sur le plan. La cotation est automatique même si elle n'est pas toujours optimisée pour l'usinage. Un changement sur une cote du plan entraîne la modification automatique de cette dimension sur la pièce d'origine et vice-versa.

## III.4 L'interface graphique: Fenêtres

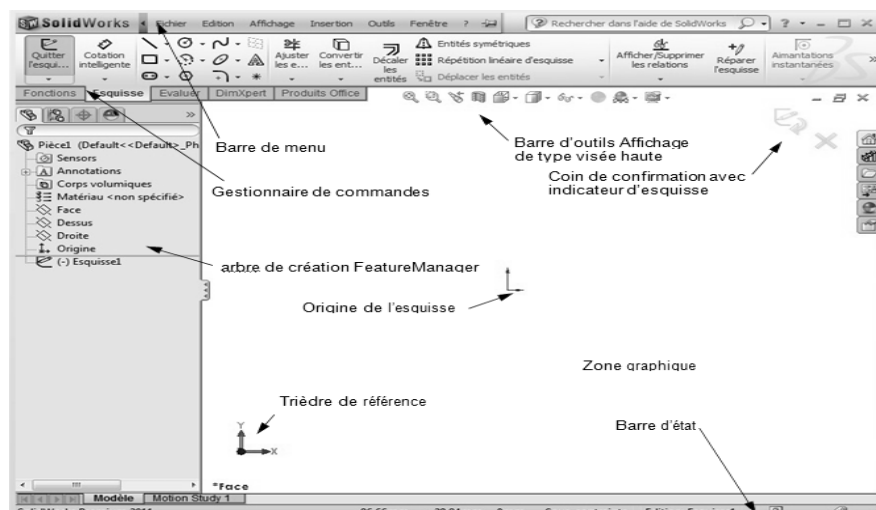



Figure III.2 L'interface graphique [9]


### III.4.1 Construction d'un modèle 3D

Si une démarche intuitive peut éventuellement être adoptée pour une pièce unique, il sera préférable d'adopter une réflexion plus approfondie sur la chronologie des fonctions, l'intention de conception, etc., pour un projet plus ambitieux. La démarche globale reviendra toujours à définir un volume de base que l'on modifiera par ajout ou enlèvement de matière [9].

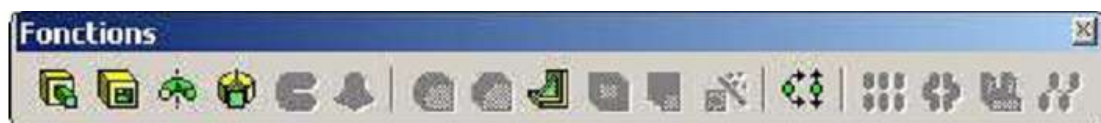
➤ **Procédure :**

- Sélectionner un plan ou la face d'un volume (au départ et par défaut c'est le plan « face » dans l'arbre de construction qui est sélectionné).
- Ouvrir une nouvelle esquisse en cliquant dans la barre d'outil « esquisse » sur l'icone 
- Choisir parmi les « outils d'esquisse » qui viennent d'apparaître celui qui convient.



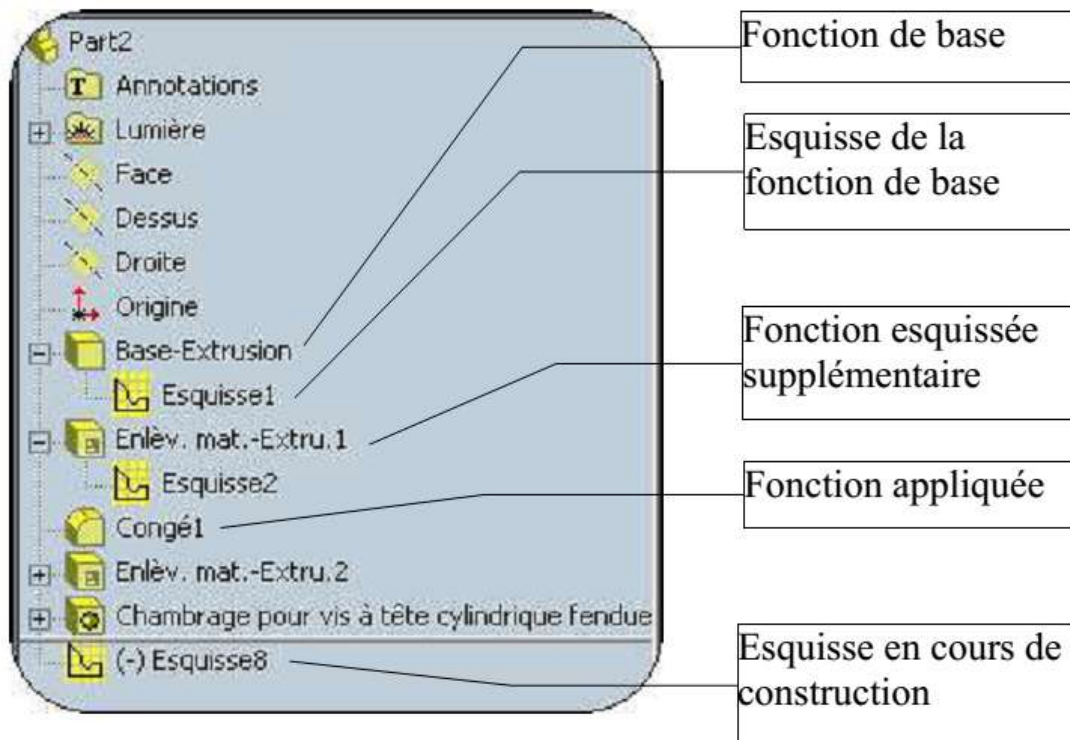
- A l'aide de l'outil « cotation » , définir les dimensions et la position de l'esquisse jusqu'à ce qu'elle soit considérée « totalement contrainte » dans la barre d'état (il est conseillé de commencer la première esquisse à partir de l'origine dans la zone graphique).

- Sélectionner une fonction dans la barre d'outil correspondante.



- Répéter cette procédure jusqu'à obtention du modèle final. Remarque : Les fonctions se divisent en deux catégories :
  - les fonctions esquissées qui s'utilisent comme décrit précédemment (base/bossage extrudé, enlèvement de matière extrudé, révolution, balayage et lissage).
  - Les fonctions appliqués qui s'utilisent directement sur le modèle 3D (sans esquisse)

### III.4.2 Arbre de construction



Toutes les esquisses et fonctions peuvent être éditées, supprimées, réordonnées, etc. à partir de l'arbre de construction [9].

## III.5 Présentation sur logiciel de simulation de fluent et gambit

### III.5.1 Architecture de logiciel

Comme tout logiciel de CFD, il est composé de trois éléments : le préprocesseur, le solveur et le post processeur.

- La définition du problème à résoudre s'effectue à l'aide du préprocesseur GAMBIT.

Il permet de représenter la géométrie du système, de définir le type de conditions limites aux frontières du domaine, de spécifier le type de matériau (fluide ou solide). Il fournit aussi la possibilité de discrétiser le domaine.

- Le solveur permet de définir numériquement les conditions opératoires (gravité, pression) dans lesquelles est effectuée la simulation, ainsi que la spécification des conditions aux limites. Enfin, il permet de choisir le processus itératif, en proposant notamment plusieurs schémas numériques pour la discrétisation spatiale et temporelle, et

pour le couplage de la vitesse et de la pression. Il offre également une interface permettant de contrôler à tout moment l'état d'avancement des calculs.

- Le post processeur est l'élément qui permet de visualiser la géométrie et le maillage du domaine, mais surtout d'afficher les résultats obtenus. Il est ainsi possible de visualiser les champs du vecteur de vitesse, les champs de pression, de turbulence ainsi que toutes les autres grandeurs calculées sur un segment, une section du domaine ou sur tout le volume. Il offre aussi la possibilité de tracer des courbes et de visualiser les lignes de courant ou la trajectoire de particules [10].

### **III.5.2 Préprocesseur GAMBIT**

C'est un préprocesseur intégré pour l'analyse en CFD (Computational Fluid Dynamics). Il peut être utilisé pour construire une géométrie et lui générer un maillage. Eventuellement, une géométrie d'un autre logiciel de CAO peut être importée dans ce préprocesseur.

Les options de génération de maillage de gambit offrent une flexibilité de choix. On peut décomposer la géométrie en plusieurs parties pour générer un maillage structuré. Sinon, gambit génère automatiquement un maillage non structuré adapté au type de géométrie construite. Avec les outils de vérification du maillage, les défauts sont facilement détectés [10].

### **III.5.3 Conditions initiales et aux limites:**

#### **III.2.3.1 Conditions initiales**

Il faut fournir au modèle numérique les conditions initiales qui représentent l'état de l'écoulement lors du démarrage de la simulation. Il est nécessaire de donner des vitesses initiales de l'écoulement dans différents domaines fluides, ainsi que les valeurs initiales pour la pression et la fraction position initiale de la surface libre.

#### **III.2.3.2 Conditions aux limites**

Une fois que nous avons représenté la géométrie du système étudié, nous devons fixer des conditions aux limites du système sur les valeurs de la pression  $P$ , de la vitesse  $U$ . L'étude des conditions aux limites est déterminante dans une modélisation. Plusieurs types de conditions aux limites sont proposés dans le code de calcul FLUENT qu'on va l'utiliser. Nous utilisons essentiellement trois : débit volumique entrée, pression de sortie et conditions de rugosité :

-La première condition aux limites début volumique entrée» correspond à une vitesse imposée.

-La deuxième condition « flow out » .

-La troisième « type wall », la condition de rugosité permet également de modéliser l'effet du fond

sur l'écoulement. La rugosité est introduite sous forme de hauteur de grain où taille des aspérités,

notée ks.

### III.5.4 Procédure de Résolution

#### ➤ Etape 1:

Choix de solver de fluent 5/6 après cette étape crée une géométrie de format d'étude

#### ➤ Etape2:

Mesh Command Button  > Edge Command Button  > Mesh Edges 

Sélectionnez les lignes verticales, sélectionnez ***Interval count*** dans la liste découlant qui dit

***Interval Size*** du maillage des bords de fenêtres, entre les nombres des nœuds pour l'intervalle compter et cliquez sur ***Apply***.

Répétez le même processus pour les lignes horizontales.

- **Maillage des surfaces**

Mesh Command Button  > Face Command Button  > Mesh Faces 

Sélectionnez la première surface et cliquez sur ***Apply***.

Répétez le même processus pour les autres surfaces.

#### ➤ Étape 3 :

Les conditions aux limites dans GAMBIT

Zones Command Button  > Specify Boundary Types Command Button 

Sélectionnez la ligne gauche (entré de fluide).

Ecrire à côté de **Nom** ; entrer

Pour le **type** : sélectionnez **inlet flow** .

Cliquez sur **Apply**.

Répétez le même processus pour les autres lignes.

Exporter le maillage et sauvegarder le fichier une fois que la géométrie a été créée, que les conditions aux limites ont été définies, il faut exporter le maillage, en point (.msh) (*mesh*= maillage en anglais) pour que Fluent soit capable de le lire et de l'utiliser.

On peut ensuite fermer Gambit et lancer Fluent.

### III.5.5 Code FLUENT

Fluent est un programme informatique conçu pour la simulation des écoulements de fluide et du transfert de chaleur dans des géométries complexes. Il présente une grande flexibilité d'adaptation avec n'importe quel type de maillage. Il permet le raffinement du maillage en fonction des conditions aux limites, des dimensions et même des résultats déjà obtenus. Cela est très utile dans les régions à gradients importants (couches limites, couches à cisaillement libre). Fluent est écrit en langage C. il emploie toute la flexibilité et la puissance qu'offre ce langage [11].

Il a une architecture serveur client nécessaire au calcul parallèle sur plusieurs machines.

Fluent dispose d'un outil de graphisme pour l'affichage des résultats et leur exploitation.

On peut aussi exporter les résultats vers un autre logiciel de graphisme.

#### ➤ Étape 4 :

Mise en place problème dans FLUENT :



- Démarrer la version 2ddp de FLUENT
- Lire le fichier type de convergent .msh

**File > Read > Case**

- Vérifier maillage

**Grid > Check**

- Contrôler la taille

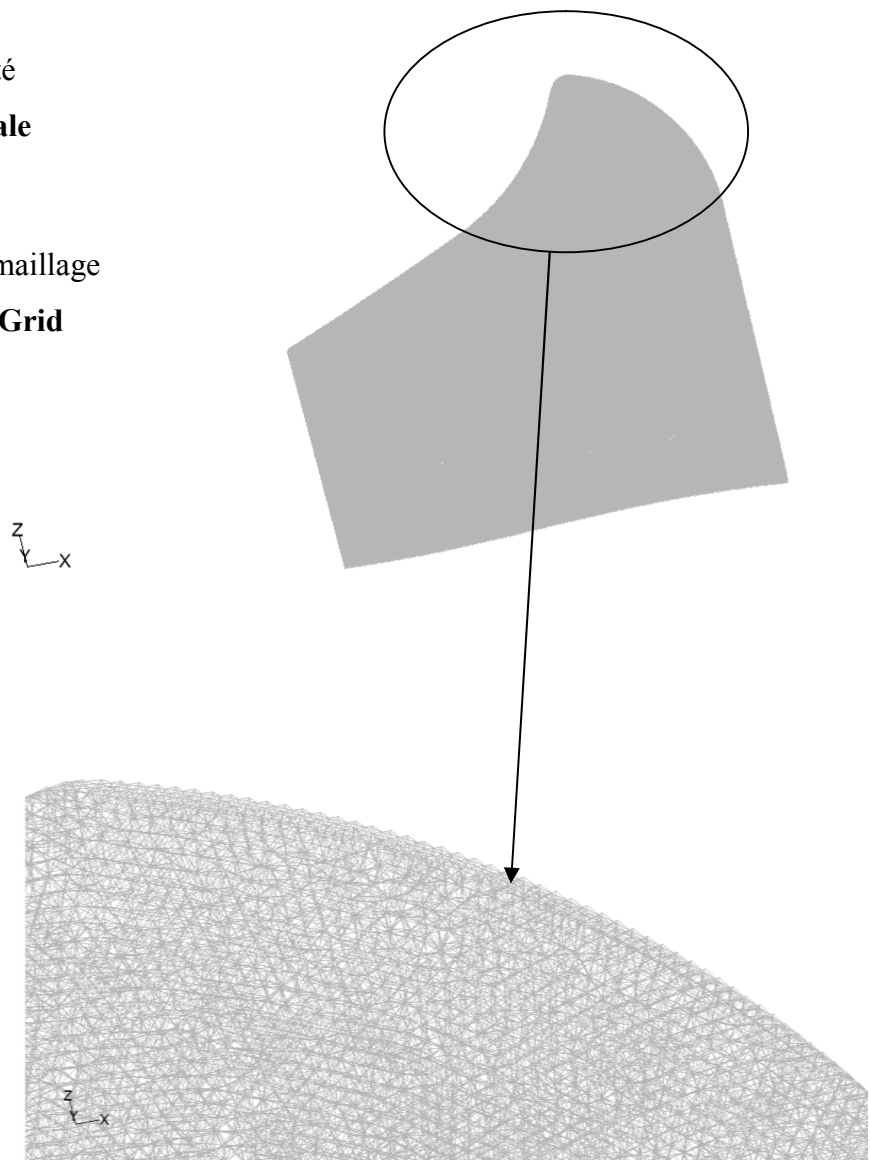
**.Grid > Info > Size**

- Vérifier unité

**Grid > Scale**

- Afficher le maillage

**Display > Grid**



**Figure III.3 :** Afficher le maillage d'une ailette de la roue

Préciser le solveur de propriétés.

### **Define>Models>Solver**

Pour notre cas, c'est un solveur découplé avec une formulation implicite pour un cas écoulement instationnaire et une vitesse absolue, valider en cliquant sur **OK**.

D'autres équations peuvent être rajoutées selon les phénomènes étudiés (transfert de chaleur, combustion, unsteady...).

### **Define>Materials...**

C'est le choix du fluide ou solide utilisé avec l'introduction des données concernant les propriétés physiques.

### **Define>Boundary Conditions...**

Les conditions aux limites pour chaque frontière seront définies avec la fenêtre Boundary condition, après avoir sélectionné chaque fois, la frontière concernée et faire rentrer les conditions aux limites de cette dernière ensuite valider.

### **Solve>Controls> Solution...**

On doit choisir les équations à résoudre, les schémas de discrétisation, les facteurs de sous relaxations, les critères de convergence et les algorithmes pour le couplage pression-vitesse.

### **Solve>Initialize>Initialize...**

Initialiser le champ d'écoulement pour la valeur à l'entrée.

### **Solve> Monitors >Residual...**

Faire activer l'option plot dans la fenêtre residual monitor. Lancement des itérations jusqu'à la convergence (Solve>Iterate...), enregistrer les résultats pour entamer ensuite la phase sortie graphique.