

## Chapitre IV : Simulation Numérique du Comportement Thermomécanique du Ventilateur FN280

### IV .Introduction

Ce chapitre sera réservé pour présenter la description du ventilateur de tirage, son principe de fonctionnement et à la fin la conception et la simulation du comportement thermomécanique du ventilateur FN 280 par les logiciels **Solidworks** et **Fluent**.

#### IV.1 Description du ventilateur de tirage

Les ventilateurs de type FN 280 sont prévus pour le transport de gaz chauds dont la teneur en poussière non-abrasive est limitée. Le ventilateur (Figure 1) et (Figure 2) est du type aspirant sans caisson d'aspiration [12].

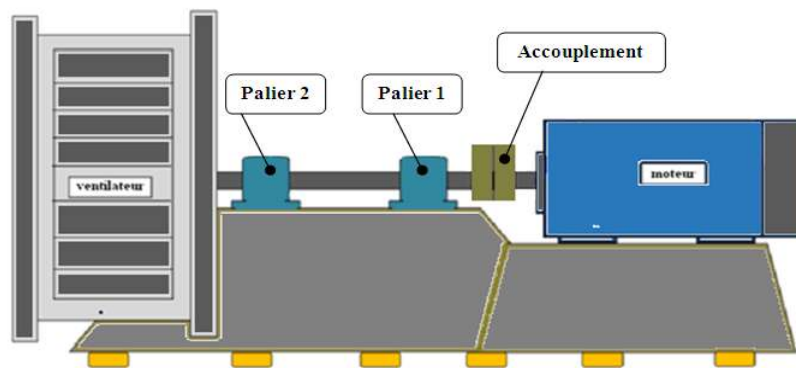


Figure IV.1 Diagramme du ventilateur de ciment.



**Figure IV.2 :** Images du ventilateur de cimenterie de LAFARGE M'sila

Le ventilateur est constitué de la roue à aubes (11) avec moyeu d'assemblage (13), arbre (15), turbine de refroidissement (16), paliers (18) et (06) et enveloppe (17) à flasque avant (03), flasque arrière (05) et pavillon d'aspiration (02).

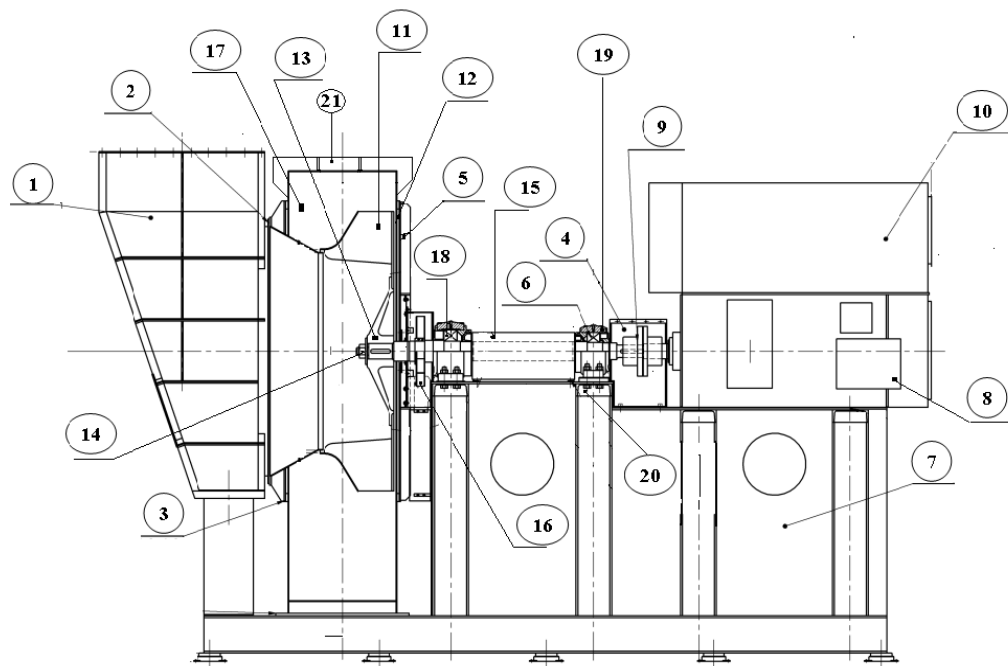
La roue à aubes (11) est conçue comme roue fermée constituée d'un moyeu coulé (13) auquel la roue elle-même est boulonnée.

L'ajustement entre arbre et moyeu (13) est un ajustement glissant, h/H. La roue à aubes a subi un équilibrage dynamique.

L'arbre est construit en acier d'arbre. Les paliers (18) et (06) sont à roulements à rouleaux à butée sphérique Désignation de base 22332 à voile C3 pour le palier(18) et 22328 à voile C3 pour le palier (06). Ils sont frettés sur l'arbre. L'un d'eux, conçu comme palier de guidage, est monté près du moteur. L'autre est mobile dans son corps.

Tous ces deux paliers sont montés dans des corps de paliers FLS coulés (19), montés sur le tabouret (20). Une turbine de refroidissement (16) est montée sur l'arbre à proximité de l'enveloppe vu que les ventilateurs doivent travailler à des températures supérieures à 125°C.

L'enveloppe du ventilateur est constituée de la carcasse elle-même (17), flasque avant (03), flasque arrière (05) et pavillon d'aspiration (02). L'enveloppe du ventilateur étanchée par corde de bourrage (12), est dotée d'une trappe de visite (21). La flasque avant est boulonnée à l'enveloppe.



**Figure IV.3** Dessin d'ensemble du ventilateur FN280 [12].

- 1- Enveloppe et ouïe de refoulement.    2- pavillon d'aspiration.    3- flasque avant.
- 4- Carter d'accouplement.    5- flasque arrière.    6- Palier à roulement (22328/C3).
- 7- support moteur.    8- Moteur.    9- Accouplement flexible.    10- Protecteur moteur.
- 11- roue à aubes.    12- corde de bourrage.    13- Moyeu.    14- Ecou.    15- Arbre.
- 16- turbine de refroidissement.    17- Enveloppe de ventilateur.
- 18- Palier à roulement (22332/C3).
- 19 - Corps de palier.    20 - Tabouret de palier.    21 - Trappe de visite.

## IV.2 Caractéristique technique de ventilateur

Le ventilateur comprend essentiellement :

- Un moteur d'entraînement ABB.
- Un accouplement flexible.
- Une turbine à aubes montées sur un arbre avec 2 paliers SKF, munis de roulements à rotule sur rouleaux coniques.

Les données techniques de Ventilateur et de géométrie de la *Ventilateur et de Moteur* sont données dans table 1, table 2 et table 3.

Type		MTSS 224/224
Nbre de pales		16
température		84 C°
vitesse		985 tr/mn
roulements	Palier 1	22328/C3
	Palier 2	22332/C3

**Tableau IV.1** Les données techniques de Ventilateur [12].

Ailette	H=8mm	$\alpha = 49.2^0$	$\beta = 51.6^0$
Flasque avant	$D_i = 1660\text{mm}$	$D_s = 2255\text{mm}$	H=15mm
Flasque arrière	$D_i = 949\text{ mm}$	$D_s = 2255\text{mm}$	H=15mm

**Tableau IV.2** Le Donnée géométrique de la Ventilateur.

Marque		ABB
Puissance		500 kW
Tension		11000 V
Poids		53 Kg
Intensité		33 A
vitesse		995 tr/mn
Roulements	DE	6324/C3
	NDE	6326/C3

**Tableau IV.3** Les Données techniques de Moteur [12].

## IV.3 Principe de Fonctionnement

Déplacer l'air d'un emplacement à un autre en créant une pression différentielle qui crée un courant d'air [12].

- Le moteur de commande entraine le rotor du Ventilateur
- Le ventilateur renvoie l'air vers l'extérieur grâce à la force centrifuge
- Cela crée une pression statique négative ( $P_s$ ) à l'entrée du ventilateur
- La pression atmosphérique ( $P_a$ ) force l'air dans l'entrée
- L'air qui quitte le ventilateur a une pression positive.
- La Pression totale = Pression dynamique + Pression Statique ( $P_t = P_s + P_d$ )

#### IV.4 la conception et la simulation du comportement du FN 280 par l'logiciel SOLIDWORKS 2013 x64 :

##### IV.4.1 la conception du FAN280

Les figures ci-dessous présentent la conception des pièces et leur assemblage du ventilateur FN280 en utilisant Solidworks.

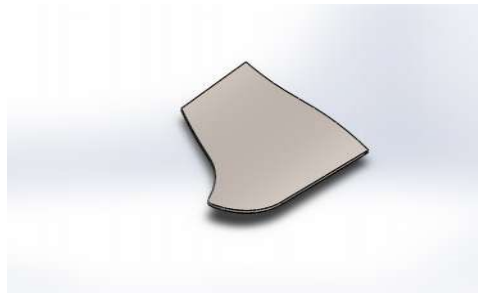


Figure IV.4 Conception de l'ailette.

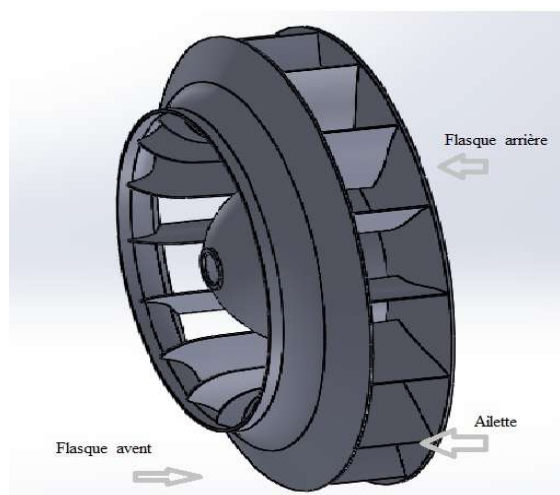
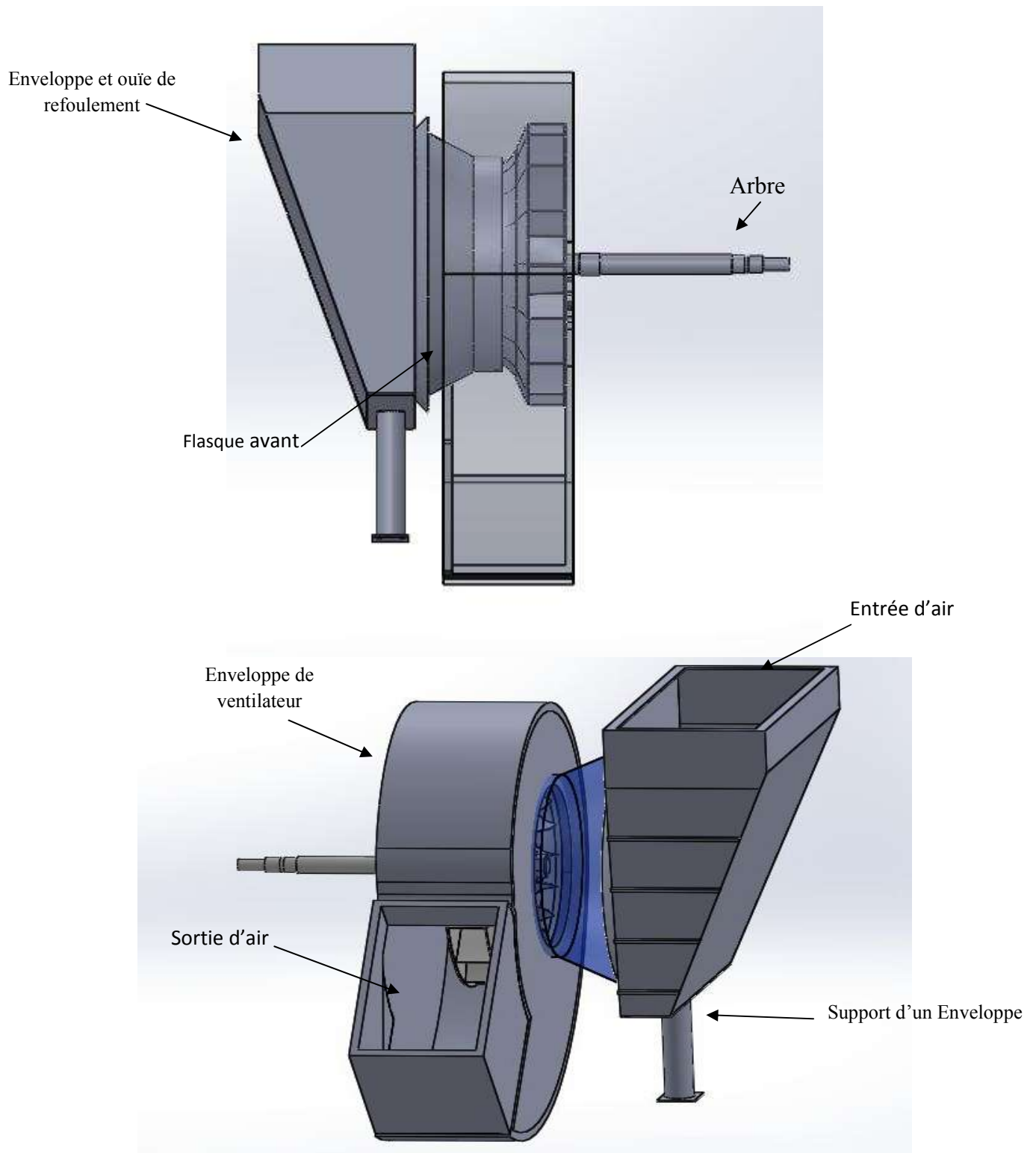


Figure IV.5 : Conception de la roue.



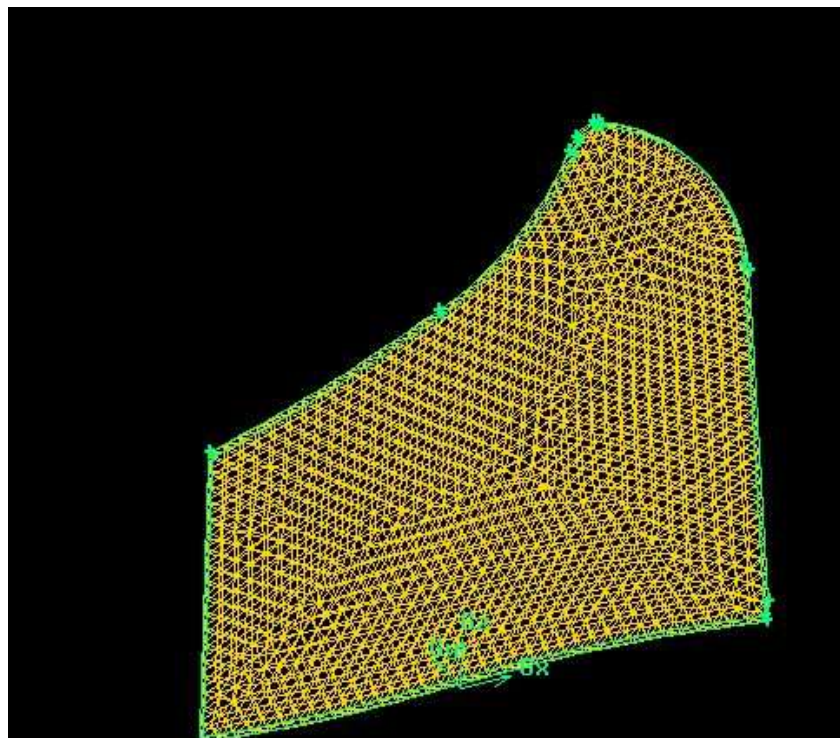
**Figure IV.6** assemblage des éléments du ventilateur FN280.

## IV.4.2 la simulation du comportement du FN280

En raison des formes courbées, des parties fixes et mobiles du ventilateur centrifuge de tirage, il est important d'octroyer une attention particulière au modèle géométrique utilisé dans les calculs CFD. Dans ce chapitre les démarches de simulation seront présentées, le modèle géométrique et les modalités nécessaires d'arriver à un maillage adéquat.

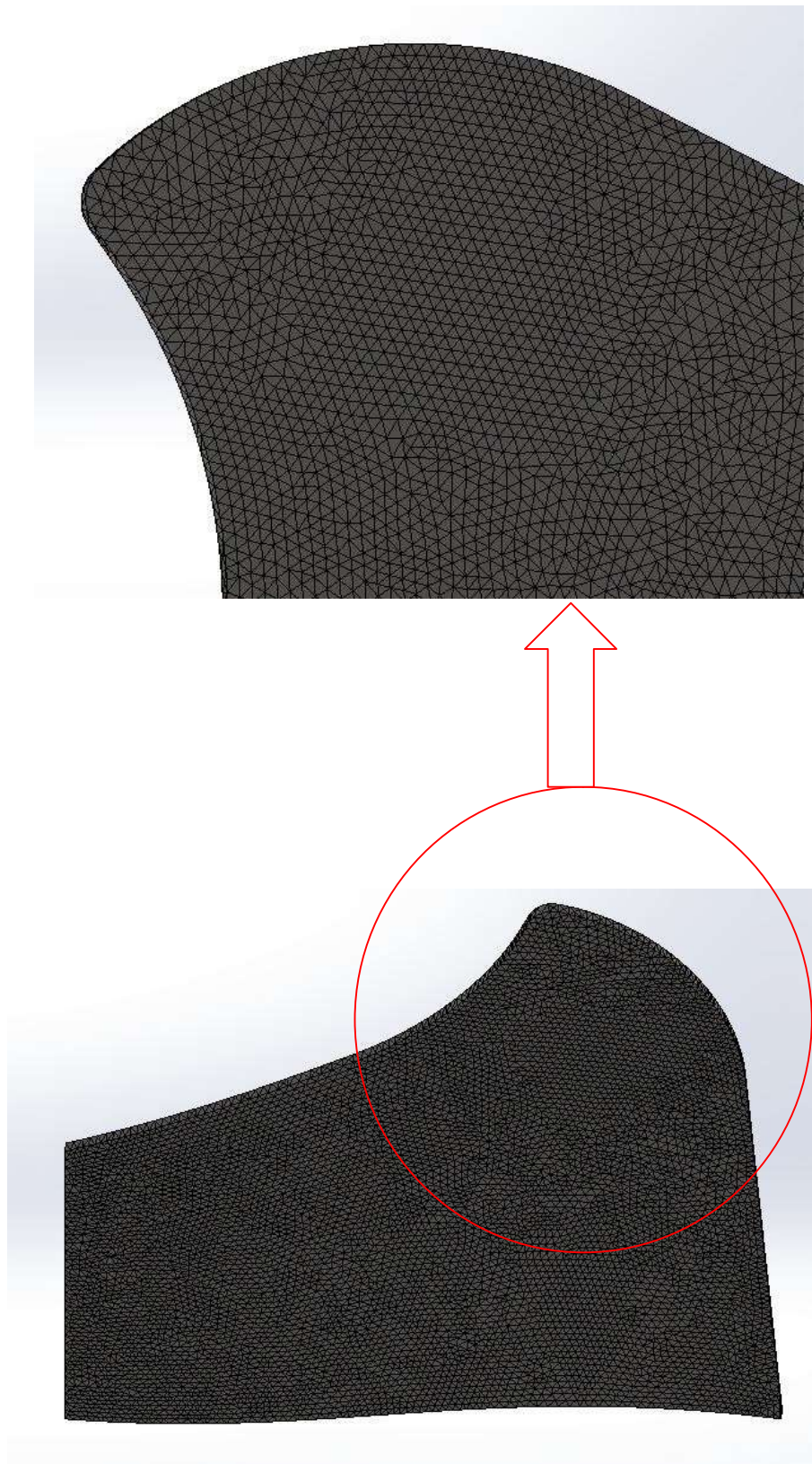
### IV.4.2.1 Le maillage des domaines

La génération du maillage est une phase importante dans la simulation des turbomachines, vu l'influence de ce paramètre sur la solution. Avoir une meilleure précision des résultats nécessite un maillage suffisamment raffiné de sorte que la solution soit indépendante du maillage. Un maillage hexaédrique non structuré a été choisi dans le cas du profil isolé à 3D (Figure IV.7, Figure IV.8) ainsi que de la roue à 16 aubes (Figure IV.9, Figure IV.10).



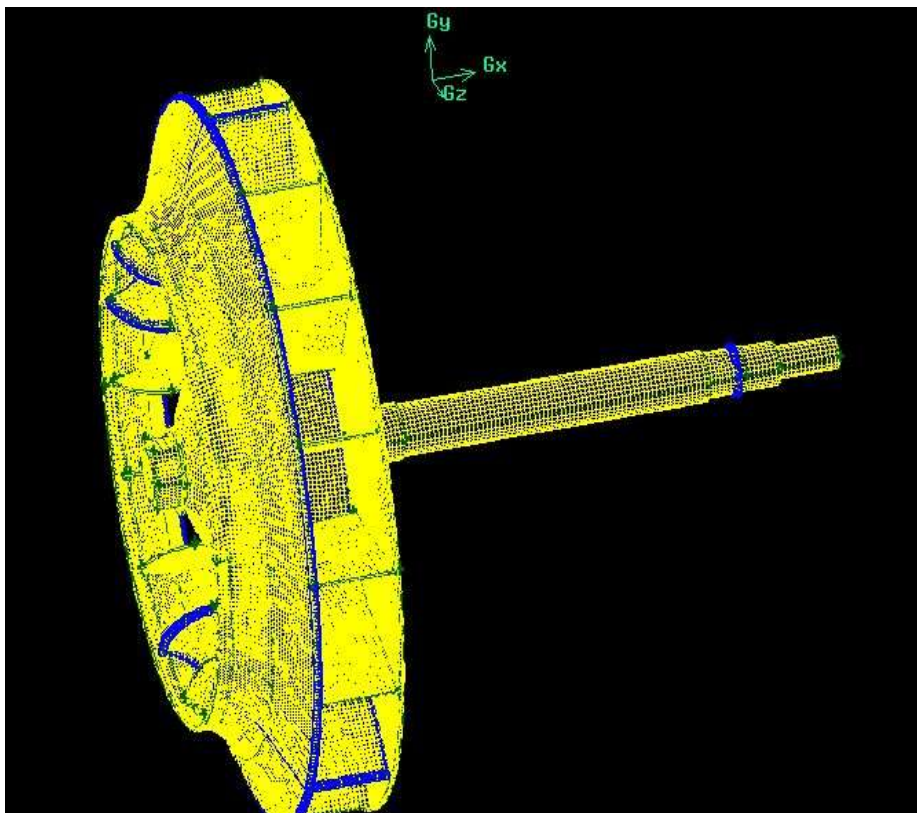
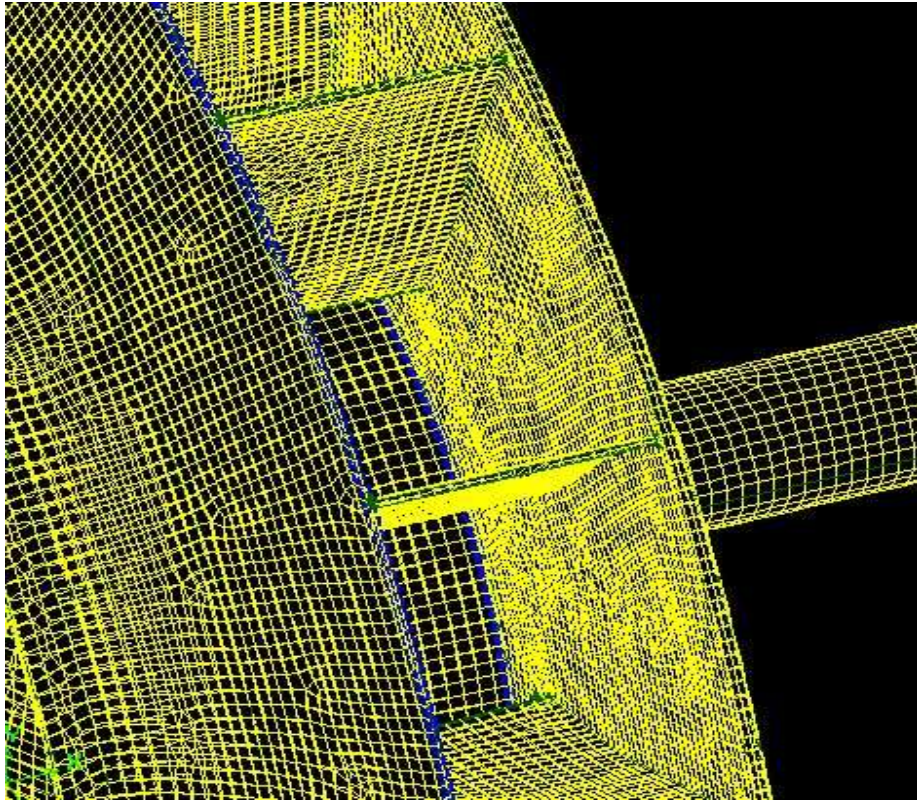
**Figure IV.7** : maillage de l'ailette avec Gambit



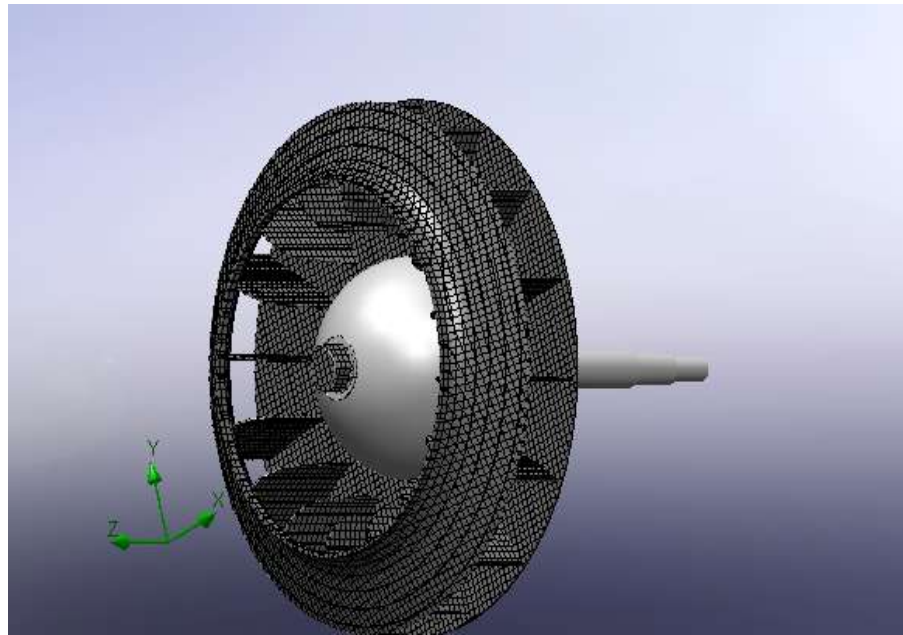


**Figure IV.8 :** maillage de l'ailette avec Solidworks





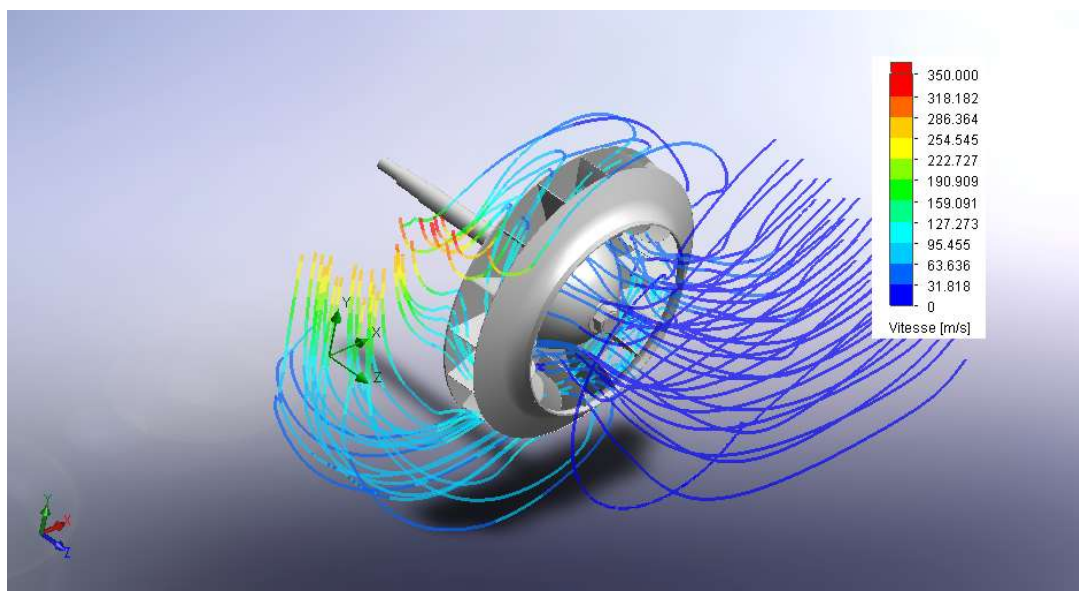
**Figure IV.9** : maillage de la roue avec gambit



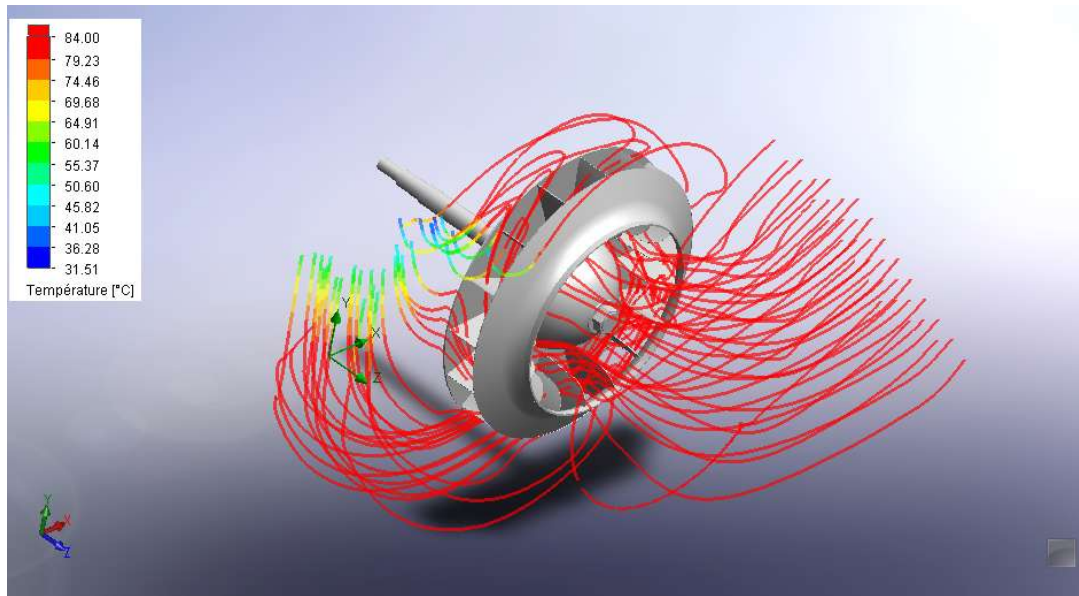
**Figure IV.10** maillage de la roue avec Solidworks.

#### IV.4.2.2 Analyse des résultats

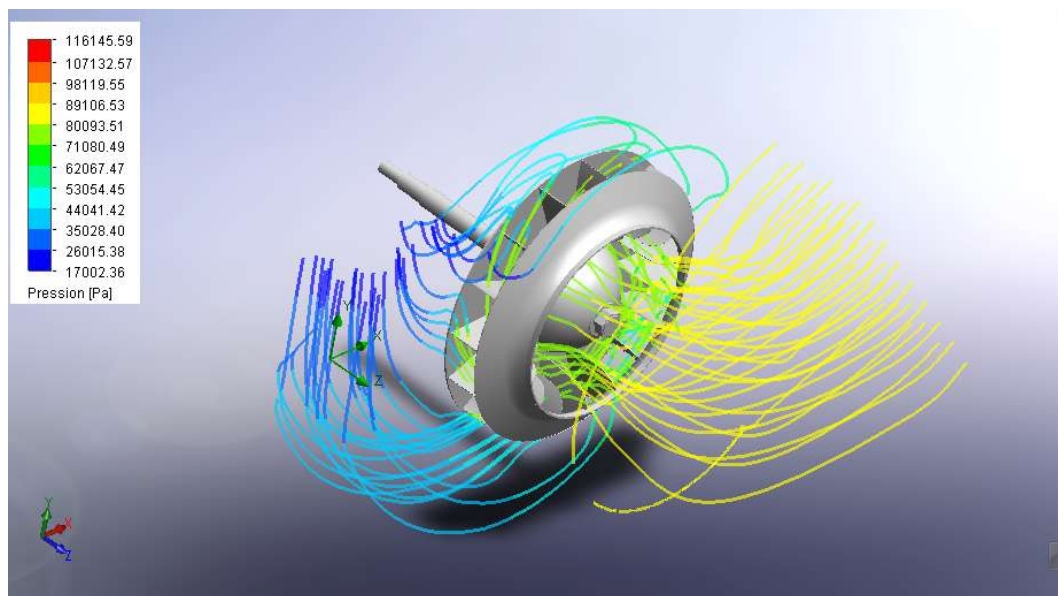
##### IV.4.2.2 Lignes de courant



**Figure IV.11** lignes de courant de vitesse.



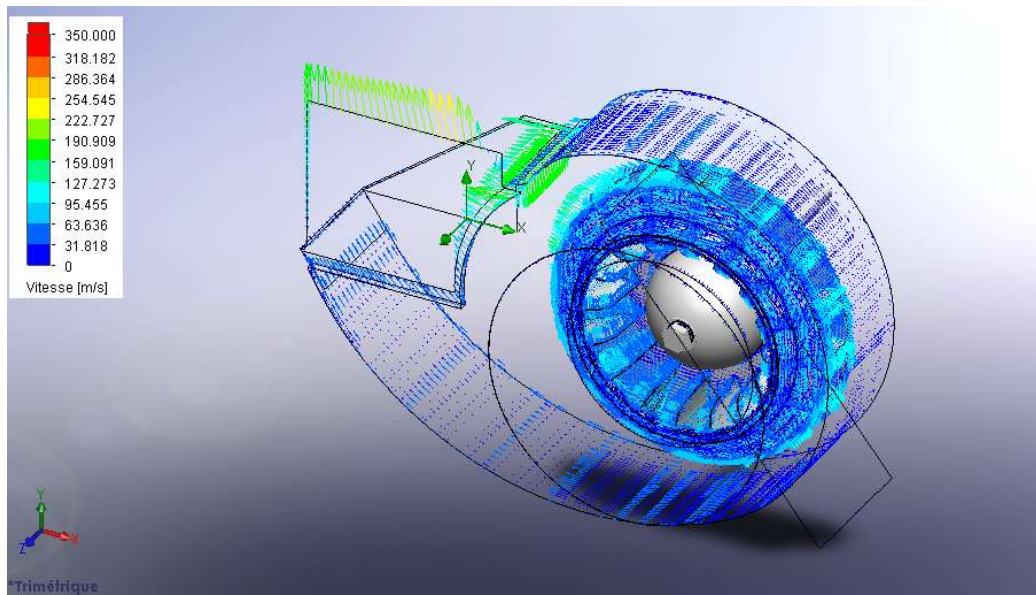
**Figure IV 12** lignes de courant de la température .



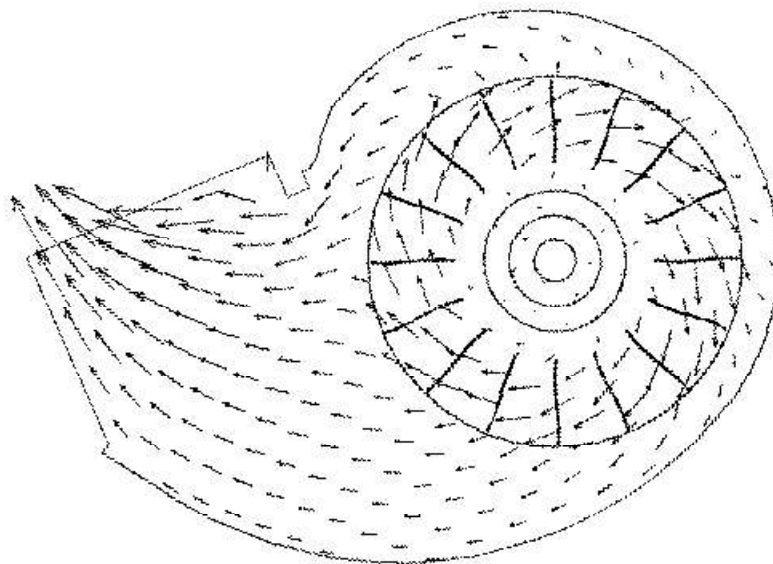
**Figure IV.13** lignes de courant de la pression.



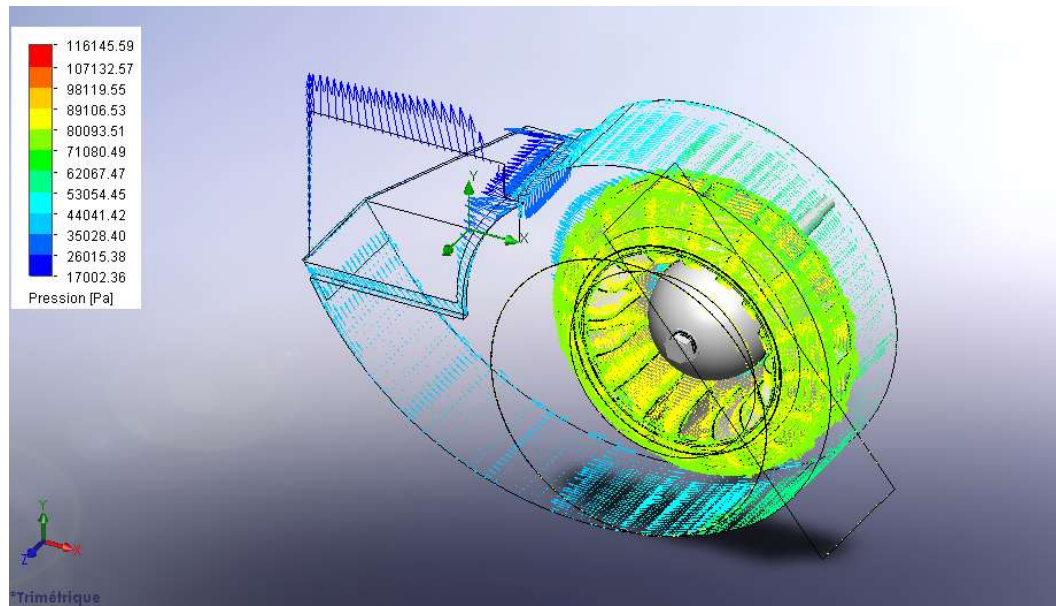
### IV.4.2.3 Les vecteurs



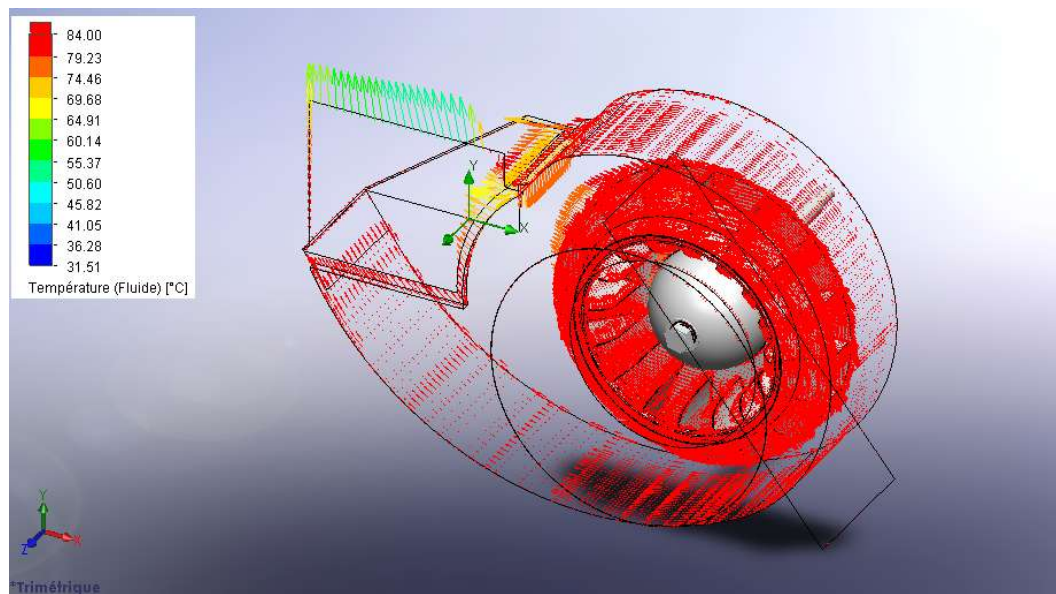
**Figure IV.14** les vecteurs de vitesse.



**Figure IV.15** les vecteurs de vitesse.



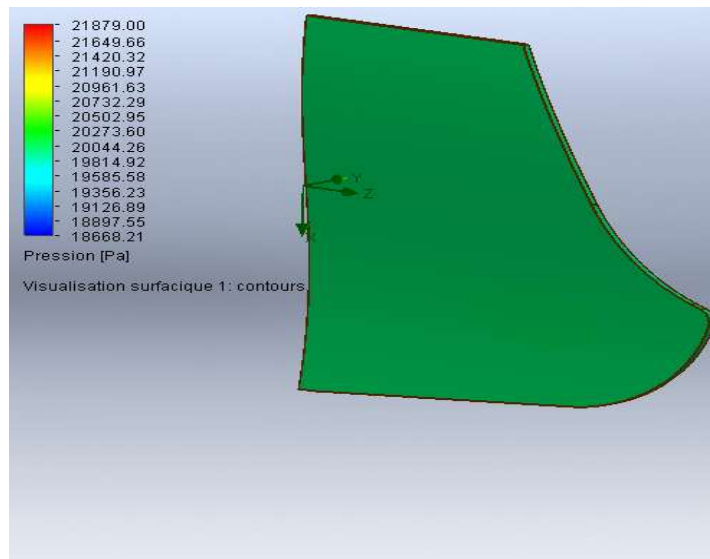
**Figure IV.16** les vecteurs de pression



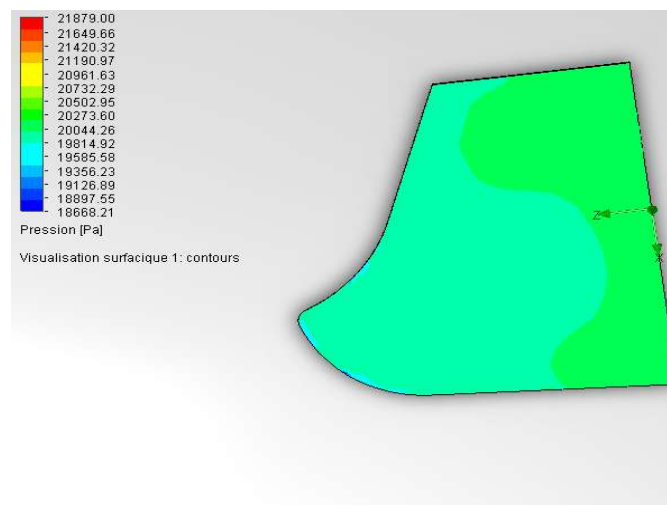
**Figure IV.17** les vecteurs de temprature.

## IV.4.2.4 Les Conteurs

### IV.4.2.4.1 Les Conteurs d'une l'ailette

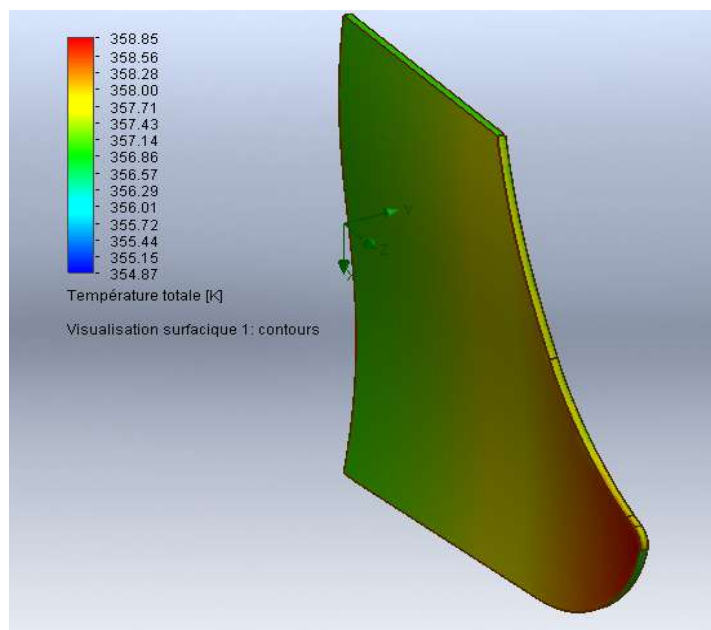


**Figure IV.18** les conteurs de la pression intrados.

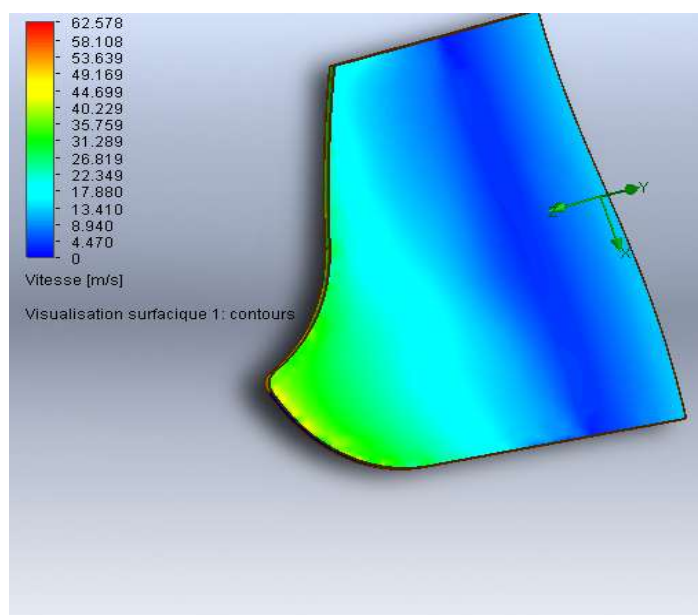


**Figure IV.19** les conteurs de la pression extrados.

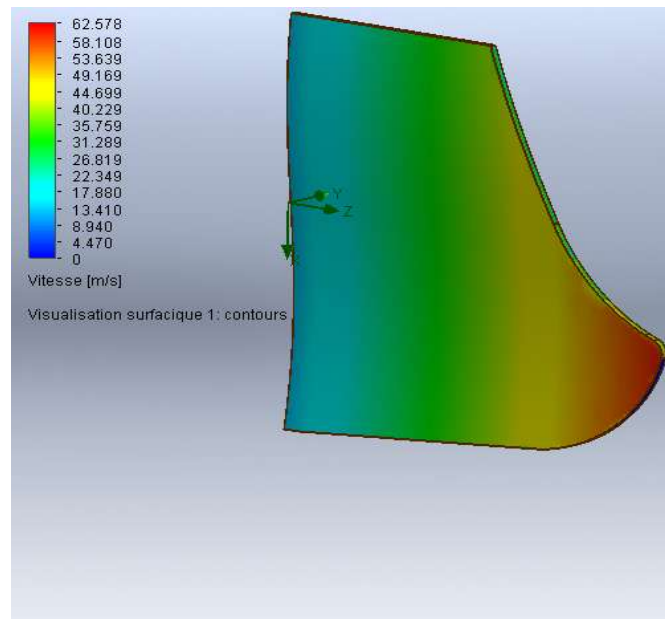




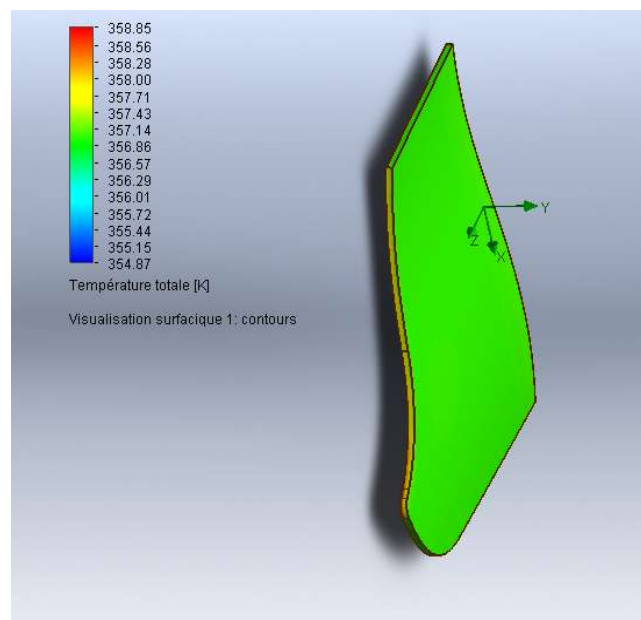
**Figure IV.20** les contours de la température intrados.



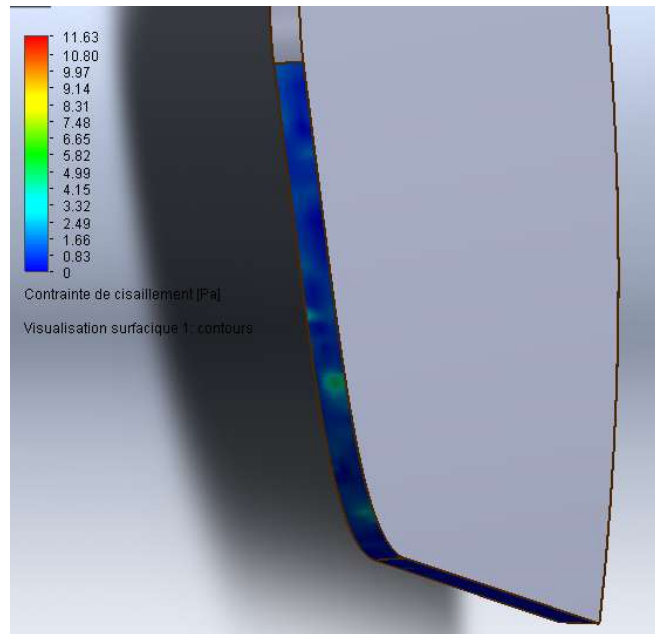
**Figure IV.21** les contours de la température extrados.



**Figure IV.22** le contour de la vitesse intrados.

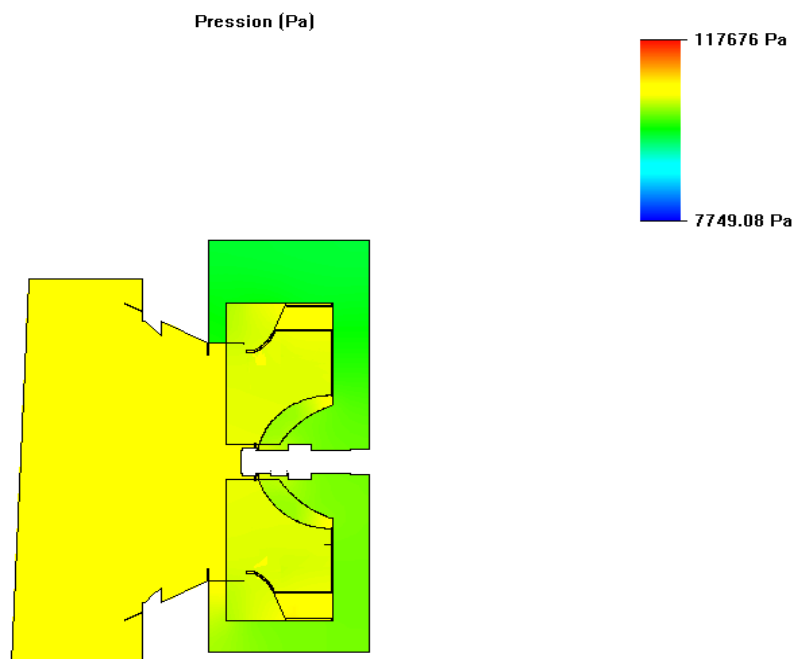


**Figure IV.23** le contour de la vitesse extrados.

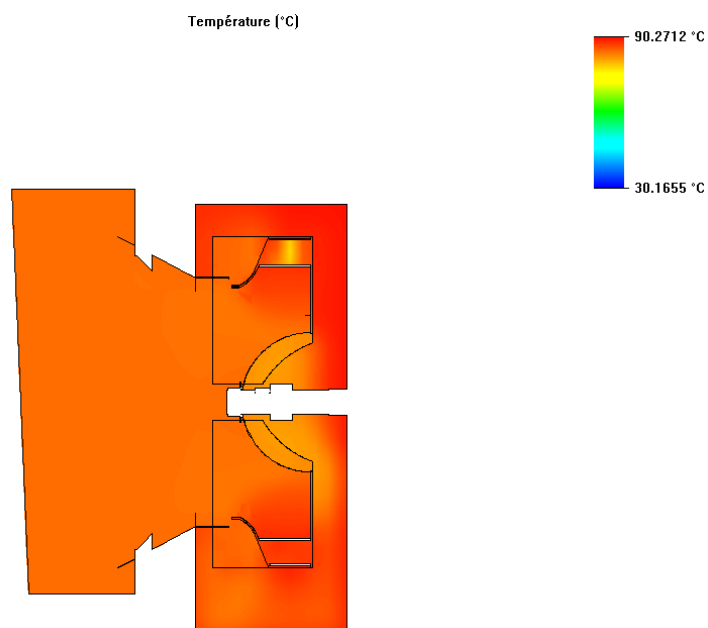


**Figure IV.24** : évaluation de la contrainte cisaillement sur l'ailette.

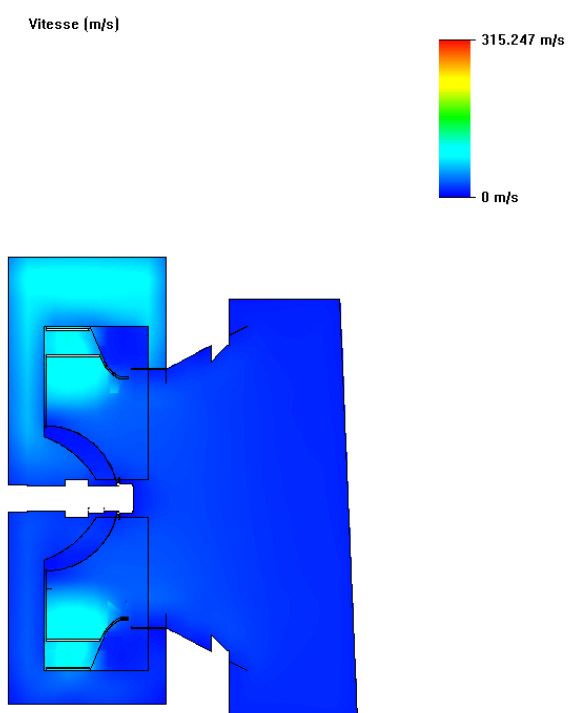
#### IV.4.2.4.2 Les Conteurs d'un ventilateur FN 280



**Figure IV.25** les conteurs de la pression FN280.



**Figure IV.26** les contours de la température FN280.



**Figure IV.27** les contours de la vitesse FN280.

La figure IV.18 et La figure IV.19 montrent que l'ailette est soumise à des importantes fluctuations de pression.

La figure IV.22 et La figure IV.23 montrent que les contours de la température sont plus élevés au niveau du bord d'attaque de l'ailette.

La figure IV.22 et La figure IV.23 montrent que les contours de vitesse est uniforme sur l'extrados et que plus que nous éloignant du bord de l'ailette plus la vitesse augment, inversement aux contours de pression.les figures IV.20 et IV.21.