

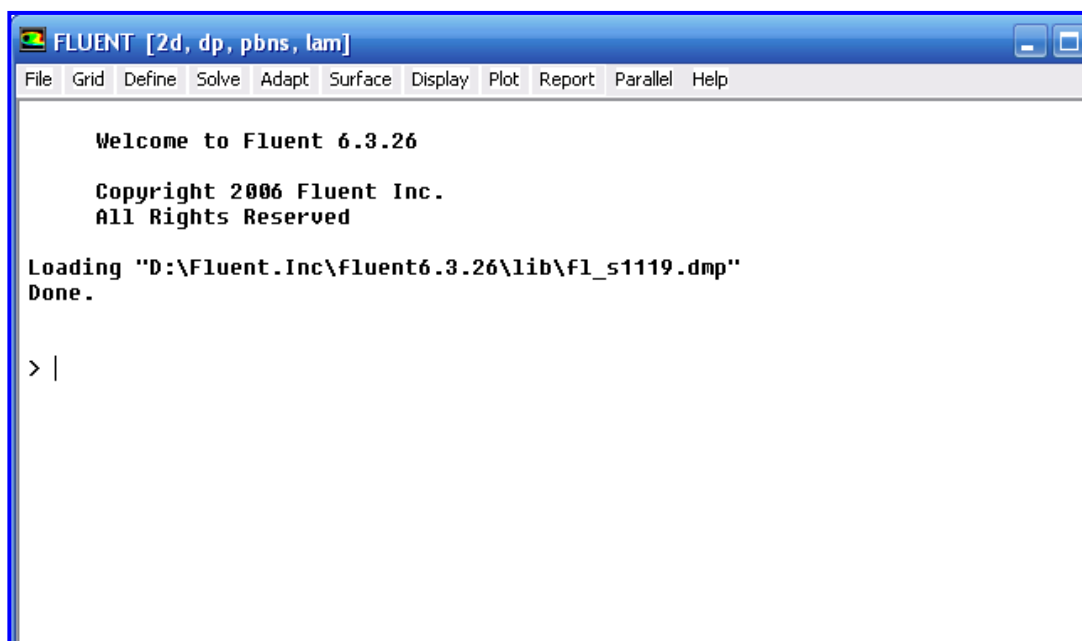
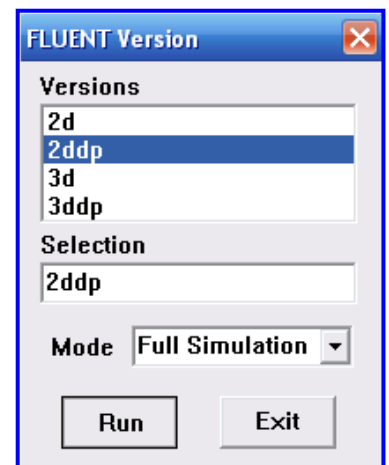
II. Notice d'utilisation de Fluent

Principales étapes de simulation sous FLUENT :

1. Importation de la géométrie (*.msh)
2. Vérification du maillage importé.
3. Lissage du maillage (Smooth and swap the grid)
4. Vérification de l'échelle.
5. Choix du solveur
6. Affichage de la grille
7. Autorisation du transfert de chaleur
8. Choix du modèle de turbulence (dans le cas d'un écoulement turbulent)
9. Définition des caractéristiques du fluide.
10. Operating conditions
11. Conditions aux limites usuelles : Velocity inlet, pressure inlets, Mass flow inlets, pressure outlet, outflow, Wall ...
12. Choix des critères de convergence
13. Initialisation des calculs
14. Sauvegarde du fichier *.cas
15. Lancement de la simulation
16. Post-traitement de la solution

1- Démarrage de FLUENT.

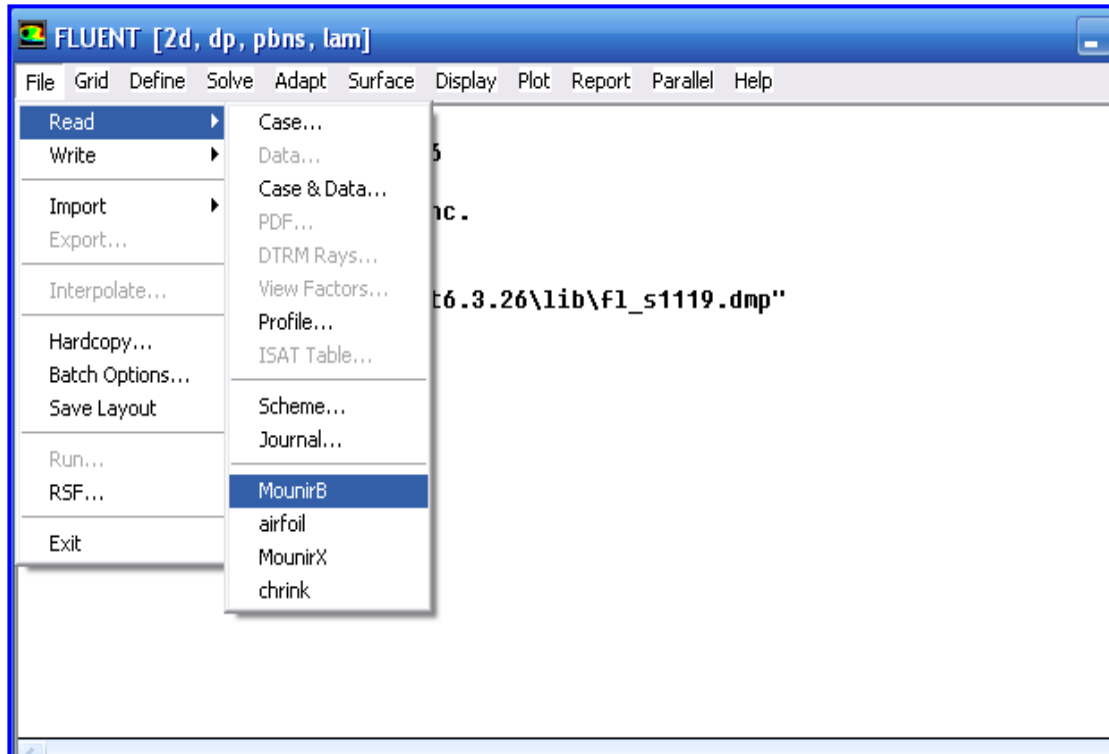
On choisit la version de Fluent qu'on va lancer suivant que le problème soit en 2D ou en 3D. Dans la version « ddp » chaque nombre à virgule flottante est représenté avec deux fois plus de mémoire, on améliore alors non seulement la précision, mais aussi l'intervalle des grandeurs représentées.



2. Importation de la géométrie (*.msh)

Pour commencer la simulation il faut importer le fichier (*.msh) généré sous GAMBIT

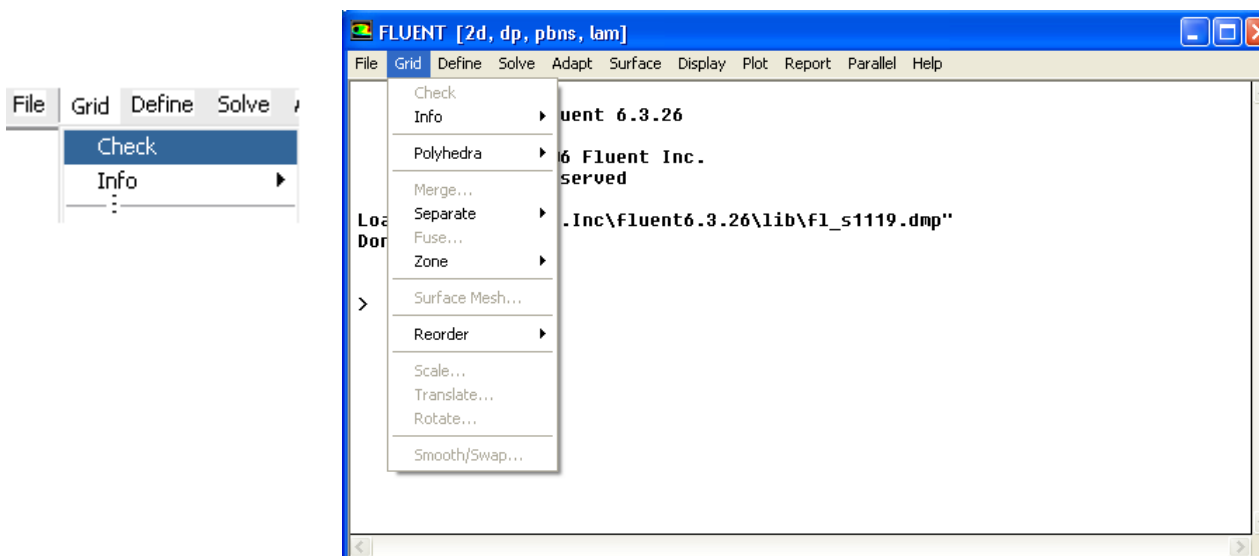
File→Read→ Case



3. Vérification du maillage importé.

Grid → Check

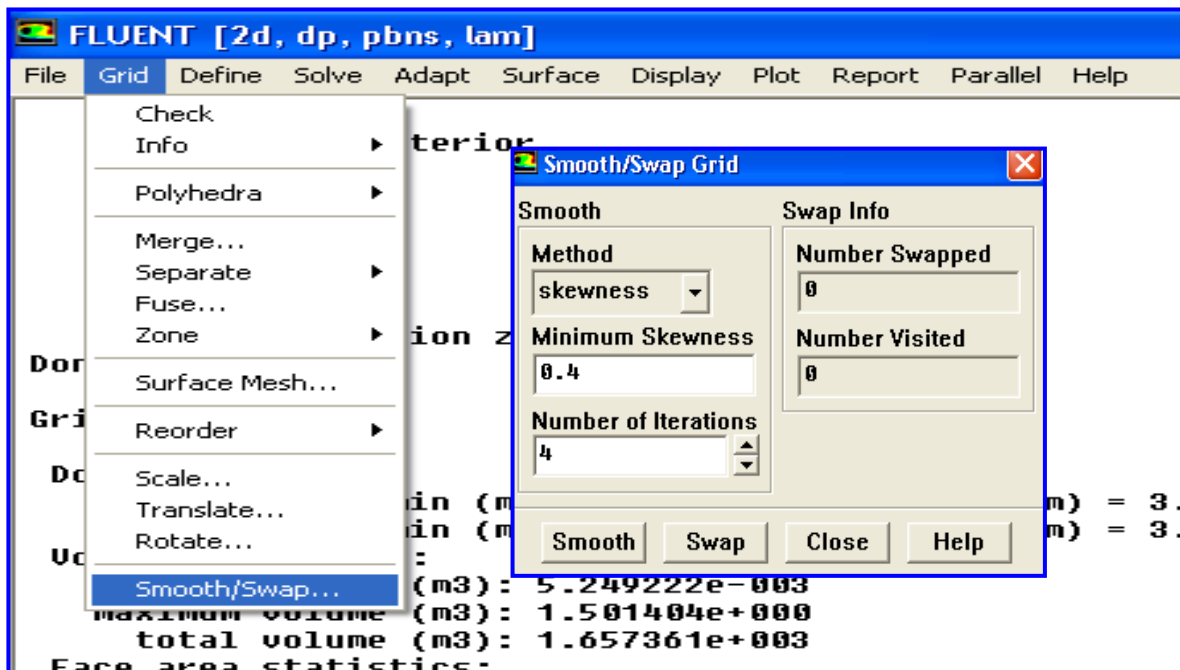
Ceci permet de vérifier si le maillage importé ne contient pas d'erreurs ou de volumes négatifs.



4. Lissage du maillage (Smooth and swap the grid)

Grid → Smooth/Swap

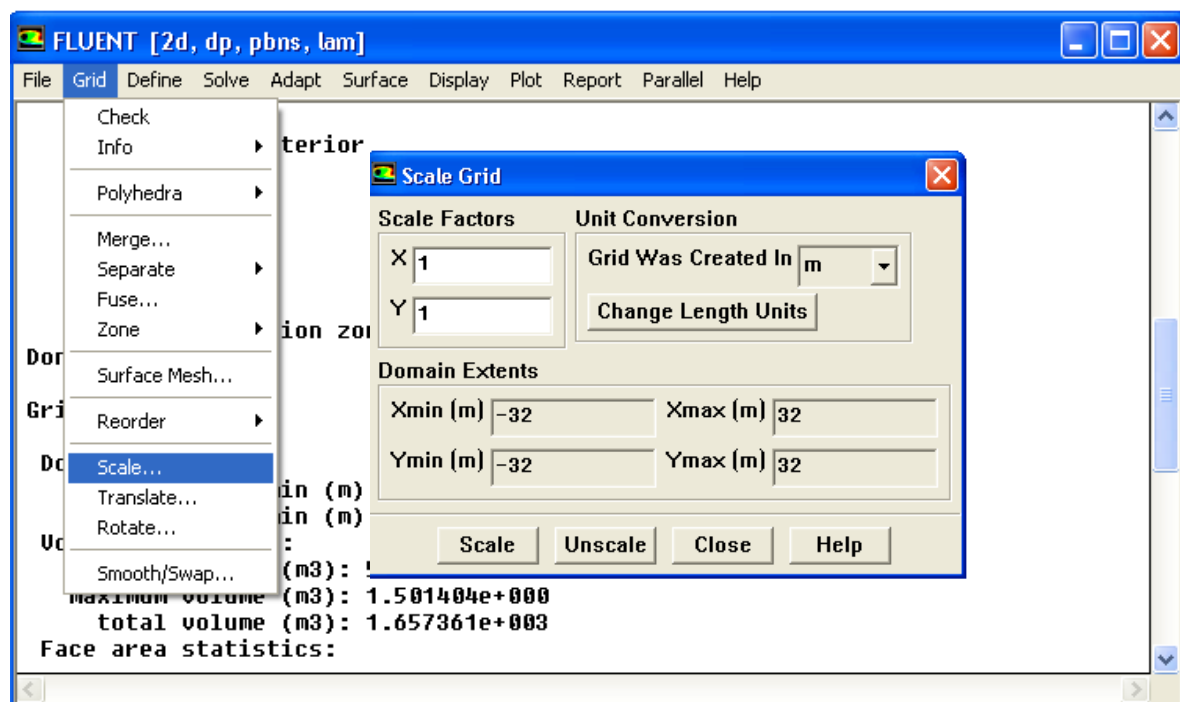
Pour s'assurer de la qualité du maillage, il est pratique de lisser le maillage, cliquez sur le bouton Smooth puis sur le bouton Swap. Répétez jusqu'à ce que FLUENT affiche que zéro faces sont swapped.



5. Vérification de l'échelle.

Grid → Scale

Il faut toujours vérifier que les dimensions affichées correspondent aux dimensions physiques du problème.



6.Choix du solveur

Define → Models → Solver ...

Les choix sont: Coupled-Implicit, Coupled-Explicit, ou Segregated (Implicite)

Les Coupled solvers sont recommandés si une forte inter-dépendance existe entre la densité, l'énergie, les moments, et/ou les espèces. ex. : écoulement compressible a haute vitesse ou les écoulements réactifs.

En général, **le solveur Coupled-Implicit** est recommandé par rapport au solveur coupled-explicit.

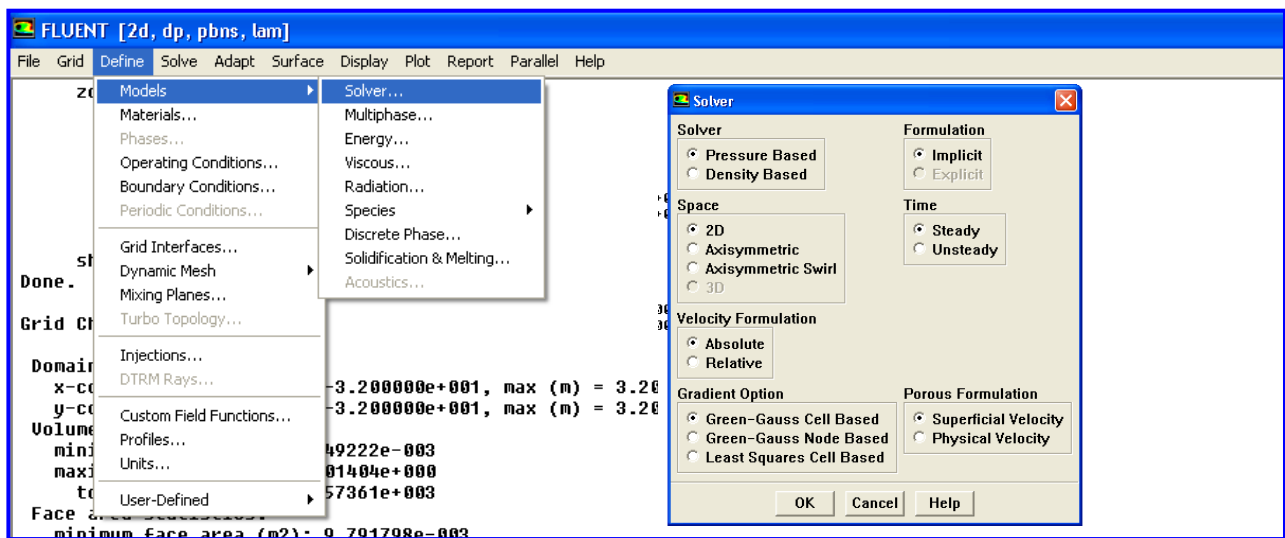
Temps nécessaire: Le solveur implicite est 2 fois plus rapide (en gros).

Mémoire nécessaire: Le solveur implicite nécessite deux fois plus de mémoire que les solveurs coupled-explicit ou segregated-implicit!

Le solveur Coupled-Explicit doit être utilisé uniquement pour les écoulements instationnaires quand le temps caractéristique du problème est du même ordre que les phénomènes acoustiques.

e.g., suivi d'onde de choc

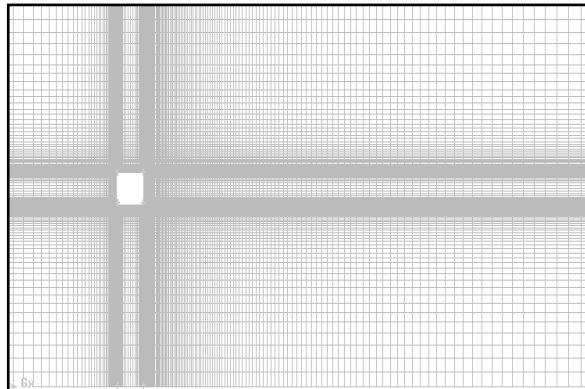
Le solveur Segregated (implicit) est préférable dans tous les autres cas. Nécessite moins de mémoire que le solveur coupled-implicit. L'approche Segregated offre de la flexibilité dans le traitement de la solution.



7. Affichage de la grille

Display → Grid

Vous pouvez afficher le maillage et il est très judicieux de vérifier les conditions aux limites définies aux préalables dans Gambit.



Voici quelques raccourcis pour les commandes de visualisation :

-Rotation : lorsqu'on clique sur le bouton gauche de la souris avec un mouvement de celle-ci, la figure tourne dans l'espace et permet un meilleur angle de visualisation.

- Zoom : lorsqu'on clique sur le bouton droit de la souris avec un mouvement de celle-ci, un cadre se forme et c'est le cadre du zoom. Si on ferme le cadre à partir du coin en haut à gauche au coin en bas à droite, c'est un zoom avant. A l'inverse, du coin en bas à droite vers le coin en haut à gauche, c'est un zoom arrière.

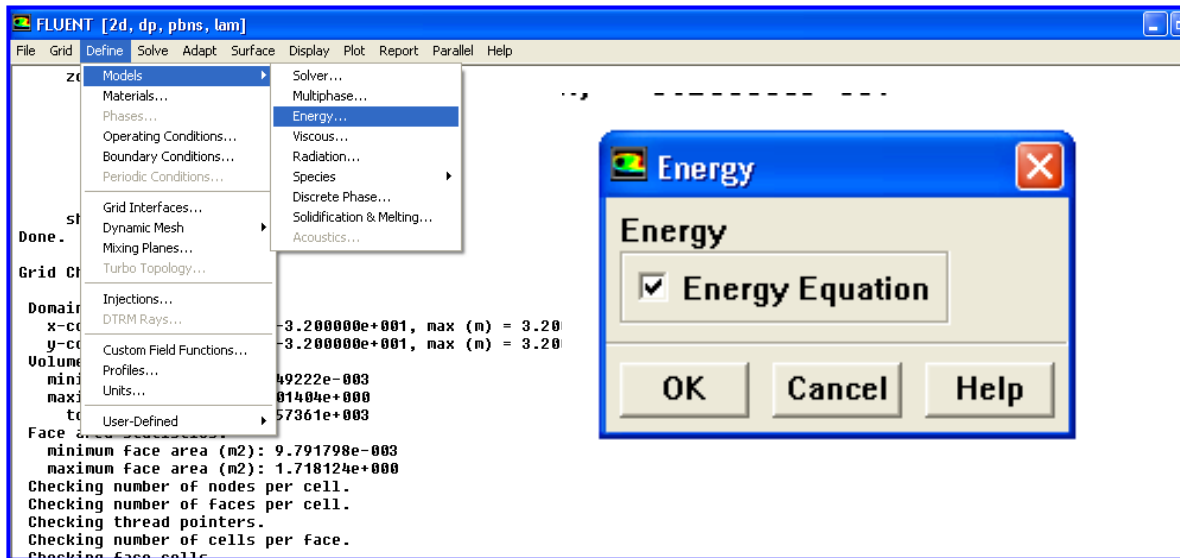
Si on perd la figure de vue, on fait un centrage de la figure à l'aide du menu :

Display → Views et cliquer sur **Auto Scale**.

9. Autorisation du transfert de chaleur

Define -> Models -> Energy

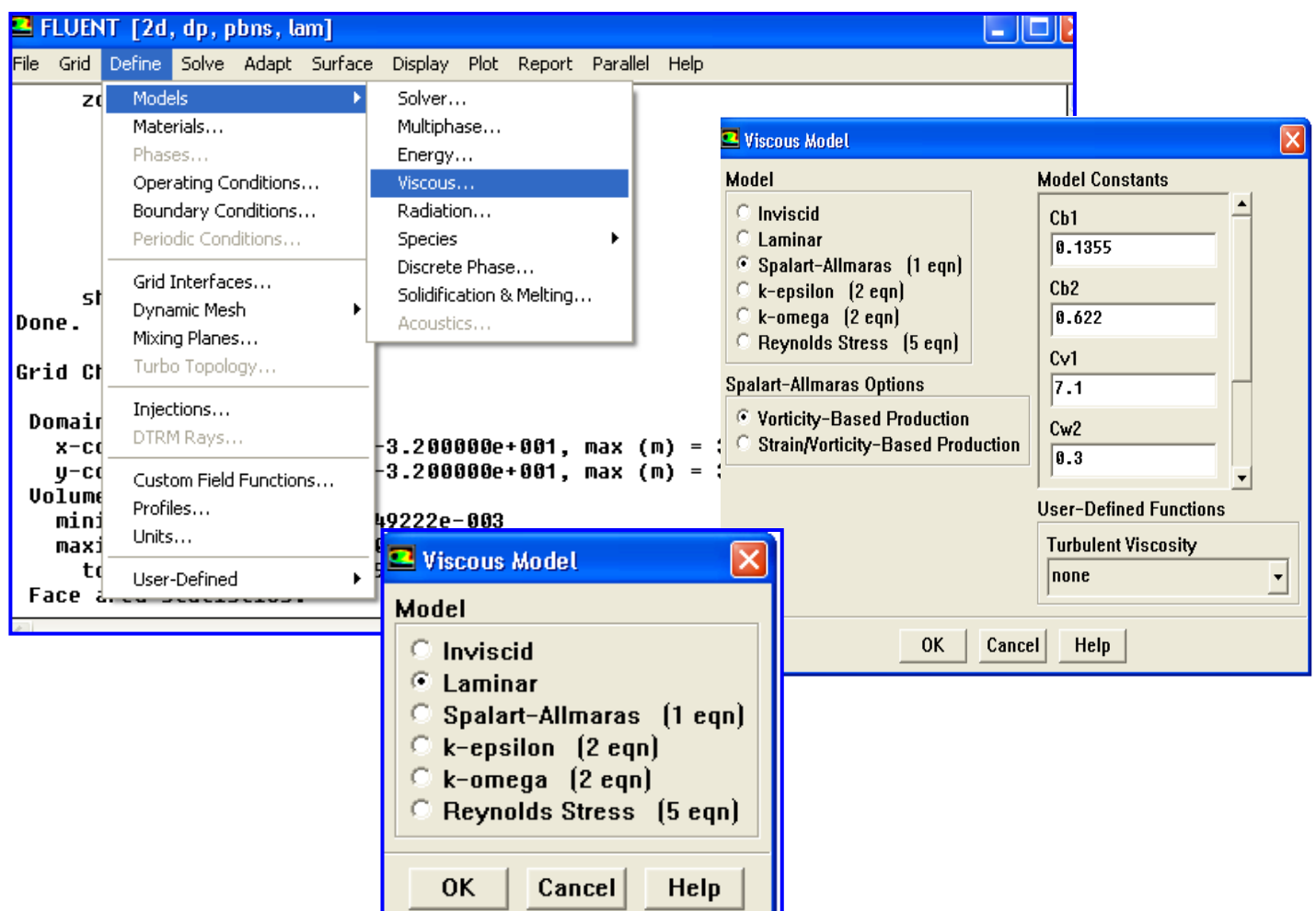
Cette fenêtre permet d'autoriser les transferts de chaleur pour trouver les distributions de température en découplant l'équation d'énergie de celle de continuité.



10. Choix du modèle de turbulence (dans le cas d'un écoulement turbulent)

Define -> Models -> Viscous

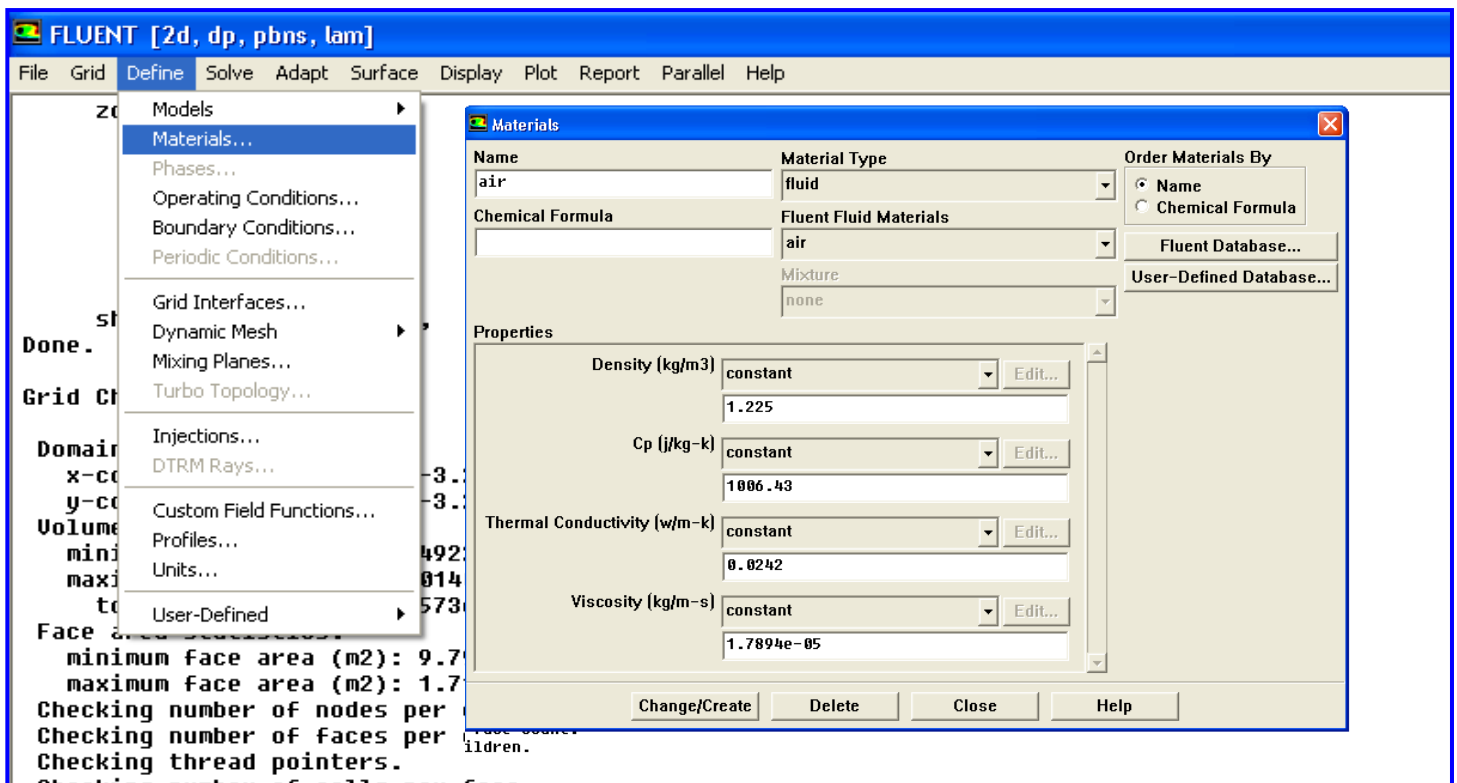
Fluent propose différentes modélisations de l'écoulement turbulent. Parmi lesquels les écoulements non visqueux, laminaires, turbulents



11. Définition des caractéristiques du fluide.

Define → Materials

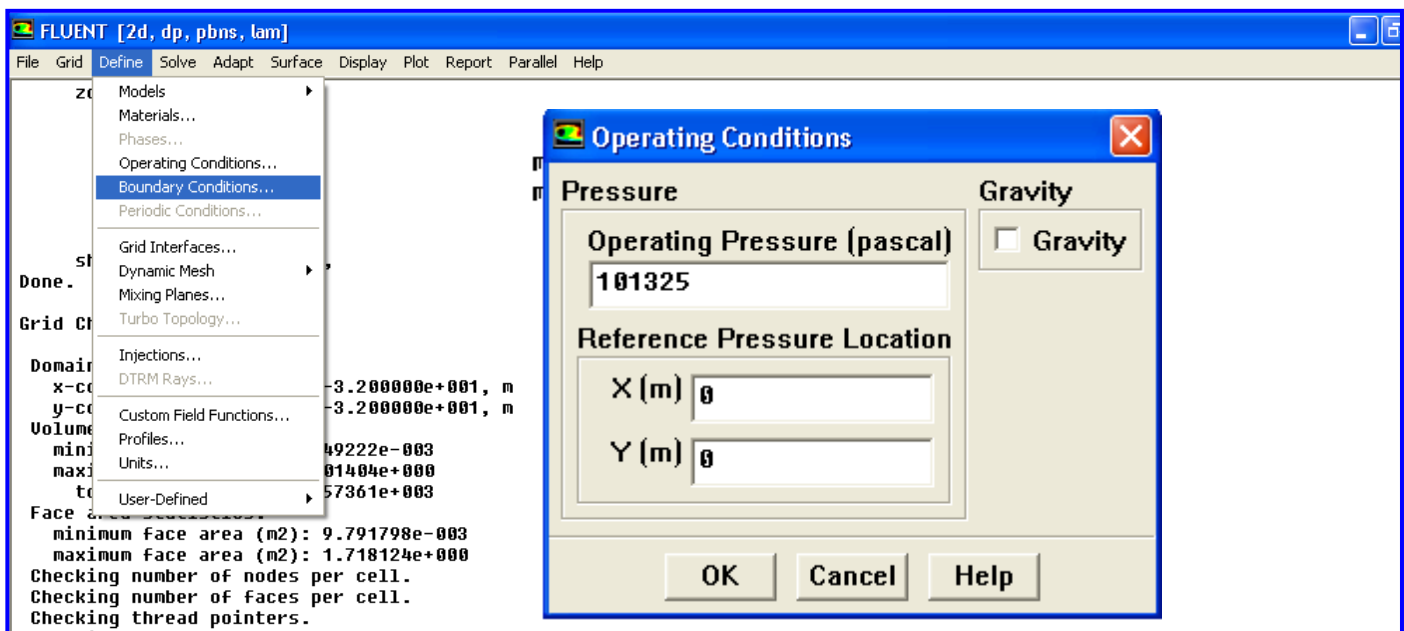
Les caractéristiques du fluide sont chargées à partir de la bibliothèque de données de Fluent



12. Operating conditions

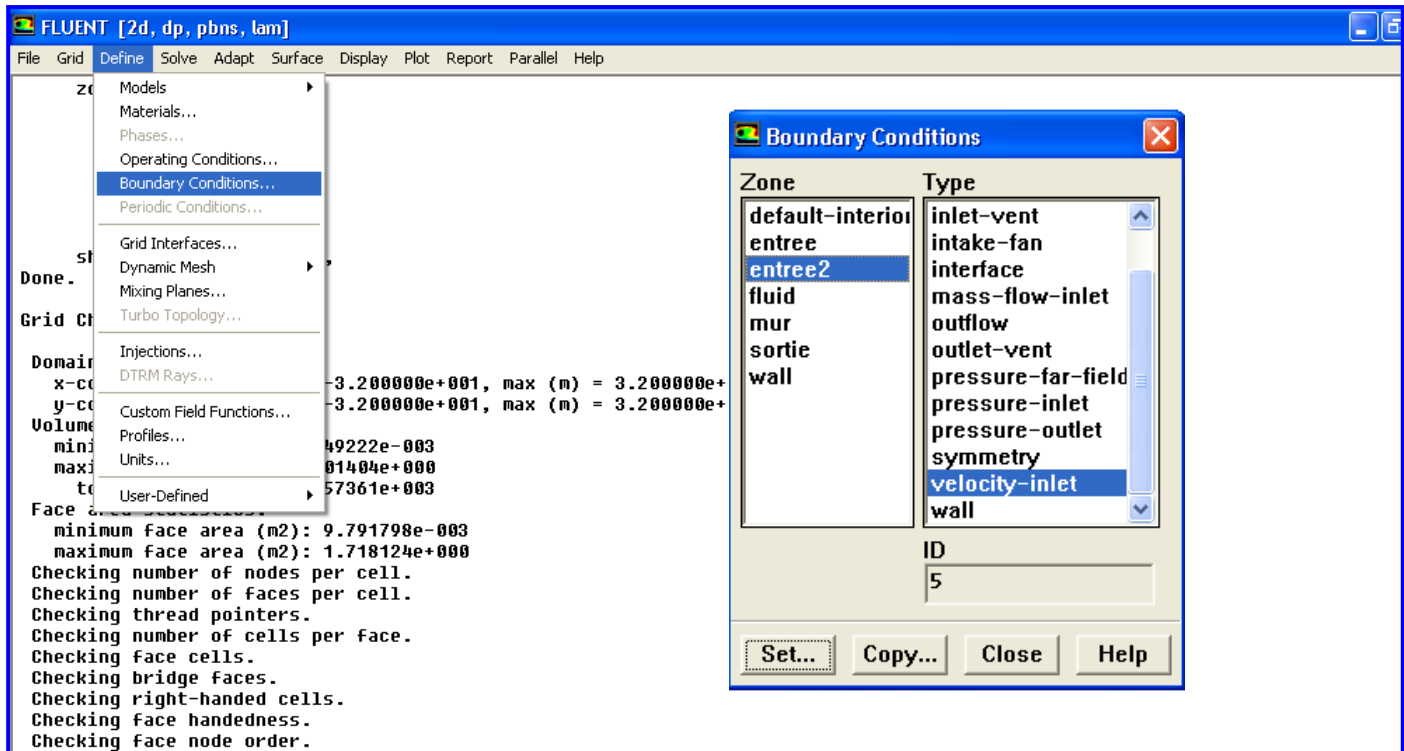
Define → Operating conditions

Avant de choisir les conditions aux limites, il faut choisir d'abord la valeur de la pression de référence de référence. En effet, Fluent effectue tous les calculs, avec une pression appelée gauge pressure et ce afin d'éviter les erreurs d'ordre numérique lors du calcul pour les écoulements à faible nombre de mach. La relation liant la pression absolue à la gauge pressure est donnée par : $P_{abs} = P_{op} + P_{gauge}$. Fluent prend par défaut la valeur de la pression atmosphérique comme operating pressure.



13. Conditions aux limites usuelles :

Define → Bondary conditions



Il faut fixer les conditions aux limites :

Velocity inlet :

Utilisée pour les écoulements incompressibles ou moyennement compressibles, quand la vitesse d'entrée est connue.

Pressure Inlet

Utilisée pour les écoulements compressibles incompressibles.

Mass Flow inlet :

On impose un débit massique connu à l'entrée, il n'est pas nécessaire d'utiliser Mass flow inlet en écoulement incompressible.

Pressure Outlet :

Spécifié la pression statique de sortie.

L'utilisation de Pressure Outlet sert à définir la pression statique à la sortie. L'utilisation de la condition Pressure Outlet au lieu de Outflow a souvent comme conséquence une meilleure convergence.

Outflow :

L'Outflow est utilisée pour modéliser les sorties de fluide dont on ne connaît à priori les détails de la vitesse et de la pression à la sortie. Il n'est pas approprié pour les calculs suivants :

- Si le problème possède une condition de pressure inlet
- Si vous modélisez un écoulement compressible.
- Si vous modélisez un écoulement instationnaire avec variation de la densité.

Wall

Est utilisé pour délimiter les régions solides des régions fluides. En général on utilise les propriétés d'une paroi lisse

Roughness Height =0 et Roughness Constant =0.5

14. Choix des schémas de contrôle de la solution :

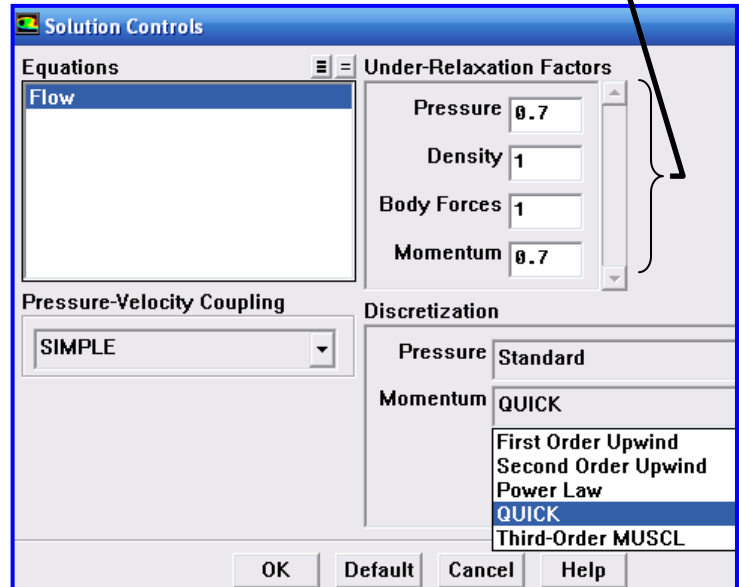
$$\phi_p = \phi_{p,old} + \alpha \Delta \phi_p$$

Solve

Controls ▶

Solution...

Les schémas de discrétisation influent la qualité de la solution, le choix adéquat est conditionné par les schémas de pression, de moment et de couplage pression vitesse.



❖ Schémas d'interpolation pour les pressions :

Des options supplémentaires sont disponibles pour calculer la pression aux faces en utilisant le solveur "segregated".

Standard : Schéma par défaut; précision réduite pour les écoulements avec de forts gradients de pression normaux à la surface près des frontières.

Linear : A utiliser quand les autres options ont des difficultés de convergence ou des comportements non-physique.

Second-Order : À utiliser pour les écoulements compressibles; ne pas utiliser dans les matériaux poreux, discontinuités, turbines

Body Force Weighted : A utiliser quand les forces de gravité sont importantes, e.g., convection naturelle à Ra élevé ou écoulements fortement swirlés.

PRESTO! : À utiliser avec les écoulements swirlés, les milieux poreux ou les domaines fortement courbés.

❖ Schémas d'interpolation pour les Moments :

FLUENT propose de nombreux schémas d'interpolation:

- **First-Order Upwind Scheme** : Facile à converger mais seulement au premier ordre.
- **Power Law Scheme** : Plus précis que le premier ordre quand $Re_{cell} < 5$ (typ. Éclt. Bas Reynolds).
- **Second-Order Upwind Scheme** : Utilise des plus grands 'stencil' pour une précision au 2ème ordre, essentiel avec tri/tet maillage ou quand l'écoulement n'est pas aligné avec le maillage.
- **Quadratic Upwind Interpolation (QUICK)** : Appliquer avec maillage quad/hex et hybrides (pas aux tri), utile pour les écoulements rotating/swirling, précis à l'ordre 3 sur un maillage régulier.

❖ Couplage pression vitesse :

Le couplage pression-vitesse se réfère à la manière dont la conservation de la masse est prise en compte quand on utilise le « segregated solver ». Trois méthodes possibles:

-**SIMPLE** : Schéma par défaut, robuste

-**SIMPLEC** : Convergence plus rapide pour les problèmes simples (par exemple des écoulements laminaires sans modèles physiques).

-**PISO** : Utile pour les écoulements instationnaires ou pour les schémas contenant des cellules avec des skewes plus élevés que la moyenne.

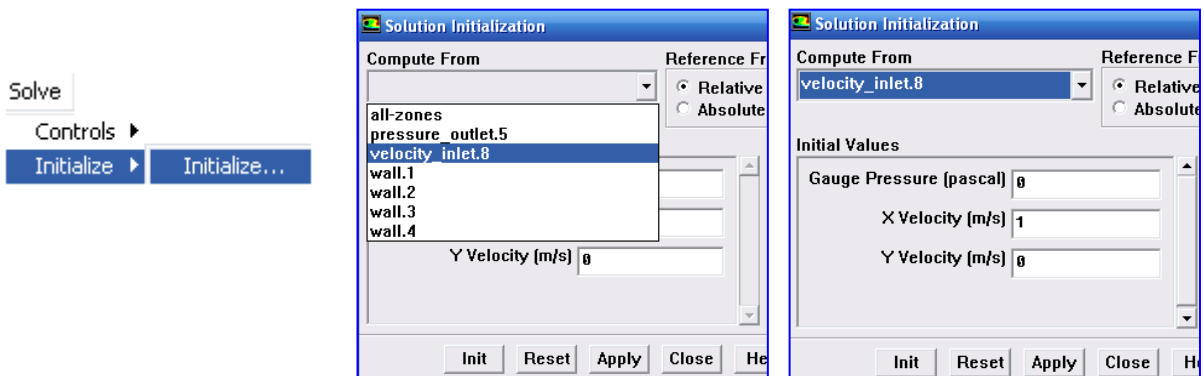
❖ Modifier les facteurs de sous-Relaxation :

Le facteur de sous-relaxation α est utilisé pour stabiliser le processus itératif et éviter la divergence dû à la forte variation de valeurs entre deux itérations successives, défini en générale par :

$$\phi_p^1 = \alpha \phi_p^0 + (1 - \alpha) \phi_p^0 \quad \phi_p^1 : \text{La solution postérieure.} \quad \phi_p^0 : \text{La solution antérieure.}$$

15. l'initialisation :

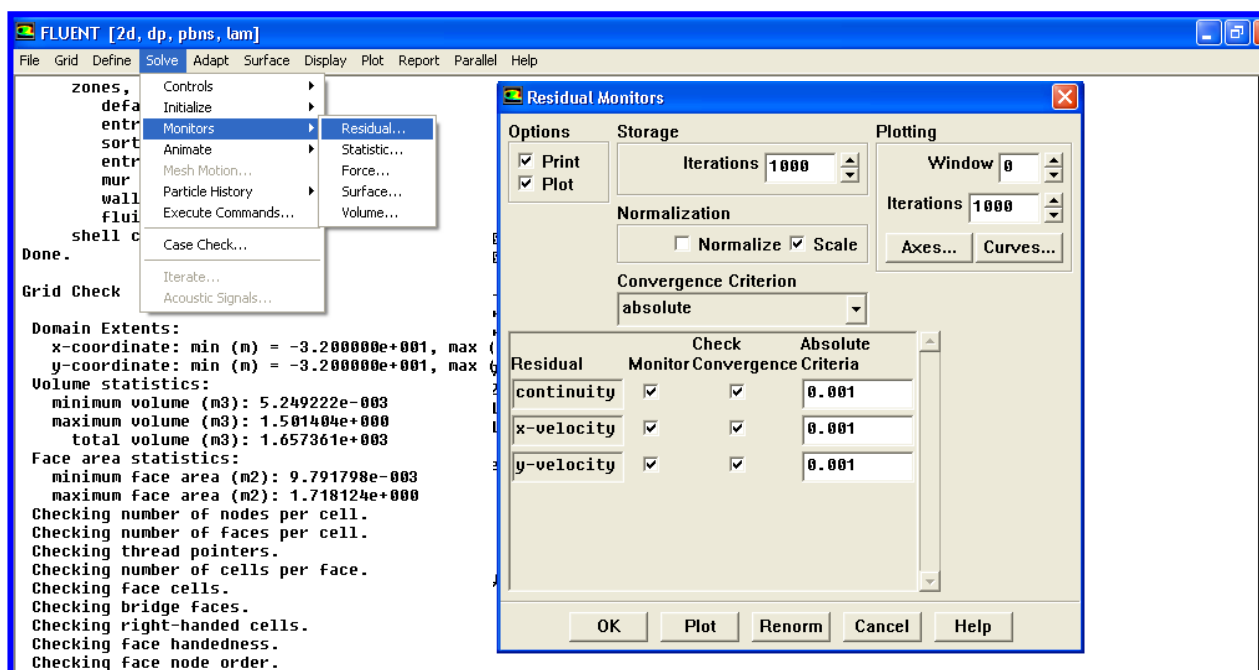
La procédure d'itération nécessite que tous les variables soient initialisés avant le démarrage du calcul, elle améliore la stabilité et la vitesse de la convergence



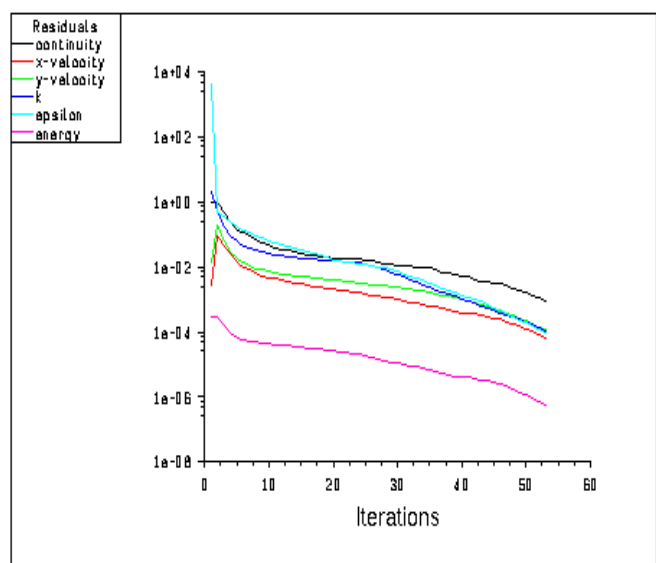
16. Choix des critères de convergence

Solve → Monitors → Residual

Il s'agit ici de choisir qui doivent être vérifiés pour que les calculs de la simulation s'arrêtent.



Pour afficher la convergence à l'écran pendant les calculs sous forme d'un graphe, il faut activer l'option Plot. Il est possible de désactiver certains critères d'arrêt de la simulation en décrochant la case de convergence.



17. Sauvegarde de fichier *. CAS :

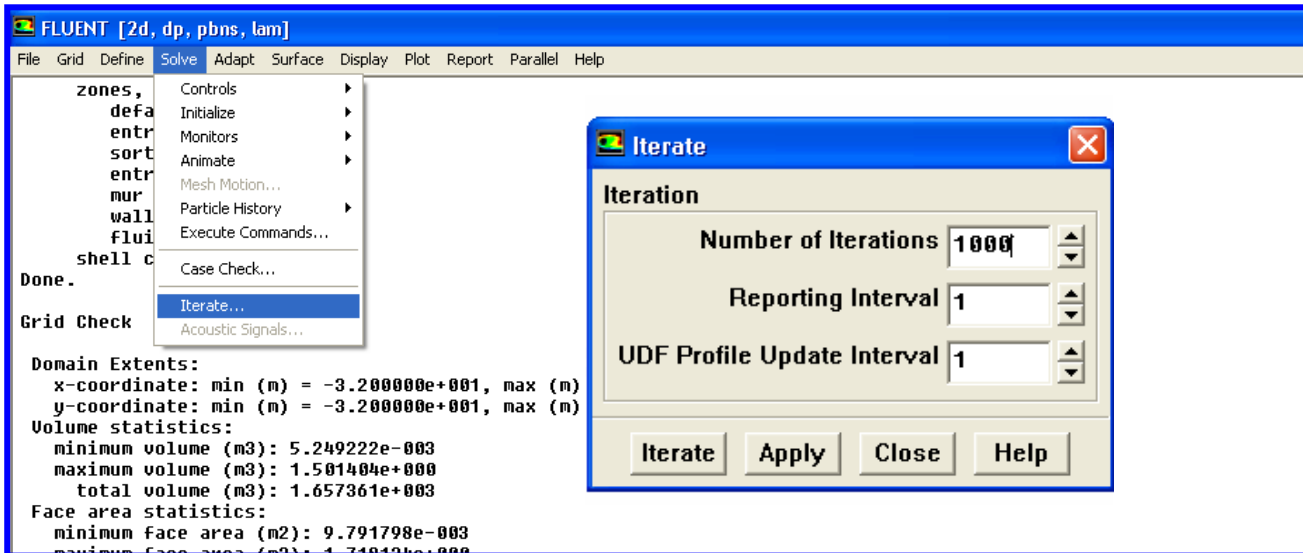
File → Write → Case

Il est conseillé qu'une fois le paramétrage est effectué , de sauvegarder le fichier en format *.cas . S'il ya un bug durant les calculs, il suffit de charger le fichier *.cas, on aura pas à refaire le paramétrage.

18.Lancement de la Simulation :

Solve → Iterate

La paramétrage étant effectué, il ne reste plus qu'à choisir le nombre d'itérations que Fluent devra réaliser.



19.Post-traitement de la solution

On peut visualiser les différents paramètres de calculs sous plusieurs formes. Les principales sont par contours simples ou pleins, par vecteurs vitesses et par trajectoires des particules.

➤ **Par contours :**

Display → Contours

Puis choisir le paramètre à visualiser dans la liste disponible de la colonne **Contours Of** , et les domaines à visualiser dans la colonne **Surfaces**.

Par exemple, le contour des pressions totales avec contours pleins (option **Filled**)

➤ **Par vecteurs :**

Display → Velocity Vectors .

Puis choisir, de même que précédemment, le paramètre avec lequel les vecteurs vitesses seront coloriés et les domaines à visualiser dans la colonne Surfaces.

Souvent, le nombre de cellules étant élevé, on ne peut visualiser qu'un nombre limité de vecteurs pour ne pas surcharger l'affichage, c'est à dire , afficher 1 vecteur sur 20 , ceci avec l'option **Skip**. On peut aussi augmenter l'échelle (la taille) des vecteurs avec l'option **Scale**.

➤ **Par trajectoires des particules :**

Display → Path Lines

Puis choisir la surface à partir de laquelle on veut observer la trajectoire dans la colonne Release From Surfaces On peut ici aussi utiliser **Skip**. Les options **Step Size** et **Steps** permettent de donner la longueur de la trajectoire des particules.

Plot -> XY Plot

Cette fenêtre permet d'afficher différentes courbe (pression, vitesse,...) en parcourant le profilé suivant X ou Y croissants. On met X à 1 et Y et Z à 0 si on veut se baser sur la valeur en x sur l'abscisse.

On affiche la grille en cliquant sur Axes en cochant les cases Major Rules et Minor Rules pour X et Y dans la rubrique Axis.

