

# MU5MEF39 : Optimisation en Aérodynamique

A. Belme

13 janvier 2022

# Organization de cette séance : Installation et premiers tests avec SU2

- Connectez-vous a moodle et aller sur MU5MEF39 rubrique Code SU2
- Lisez le document *InstallationSU2.pdf* et suivez attentivement les instructions d'installation/

# SU2 via un exemple

Afin de comprendre le fonctionnement de SU2 on s'intéresse à **un exemple** simple, en 2D : l'écoulement autour d'un profil d'aile NACA0012<sup>1</sup>

Le profil aérodynamique **NACA0012** est l'une des sections d'aile à quatre chiffres développées par le Comité consultatif national de l'aéronautique (NACA), et c'est une géométrie largement utilisée en simulation CFD.

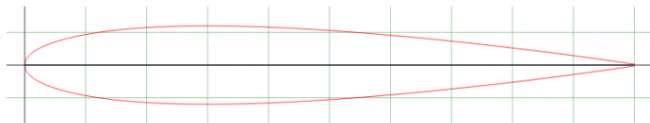


Figure – Profil aile NACA0012

---

1. "Theory of Wing Sections", Abbott et von Doenhoff (ou cours L1 Mécanique du Vol)

# Data SU2

Allez sur moodle, section Code SU2 et télécharger les deux fichiers du répertoire *Install\_Validation\_TestCase*.

Pour effectuer une simulation numérique SU2 a besoin de :

- ❶ Fichier de configuration (inv\_NACA0012.cfg )
- ❷ Fichier de maillage (mesh\_NACA0012\_inv.su2 )
- ❸ Solution initiale (optionnel)

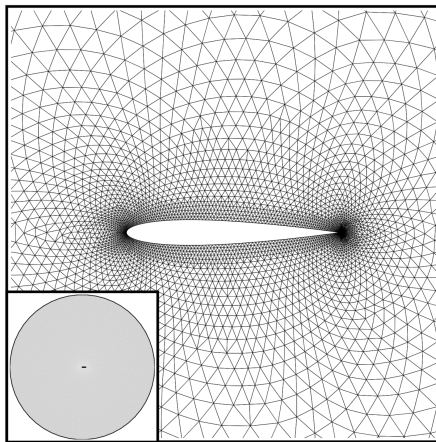
Discutons le contenu de ces fichiers

# NACA0012 transonique : maillage

Regardons d'abord qu'est ce que c'est le maillage (ouvrez le fichier `mesh_NACA0012_inv.su2`) :

- Un fichier text qui contient plusieurs informations concernant le domaine physique de résolution : dimension, nombre d'éléments (triangles, rectangles, ...), coordonnées des points de discrétisation, des arrêtes, numérotation des éléments.
- Logiciels pour générer un maillage : **Gmsh** (libre, disponible dans les salles de TP), logiciels commerciaux

# NACA0012 transonique : maillage



# NACA0012 : fichier configuration

Le fichier `inv_NACA0012.cfg` contient des informations concernant :

- 1 Le problème à résoudre : Navier-Stokes, Euler, etc
- 2 Les conditions aux bords et initiales (valeurs des variables physiques en aval de l'obstacle :  $M_\infty$ ,  $P_\infty$ ,  $T_\infty$ , etc)
- 3 Les schémas numériques de résolution : spatiale et temporelle
- 4 Critères d'arrêt : résidu, itérations, etc
- 5 Quantité d'intérêt (pour l'optimisation)
- 6 Logiciel de visualisation Post-Processing (**Paraview** ou Tecplot)
- 7 ...

# NACA0012 : une première simulation

Essayons une première simulation pour ce problème.  
Dans votre terminal tapez la commande suivantes :

```
./SU2_CFD inv_NACA0012.cfg
```

Le code est en train de tourner, regardez les informations affichées dans le terminal. On peut stocker ces informations dans un fichier de sortie avec la commande :

```
./SU2_CFD inv_NACA0012.cfg »SU2Run puis gedit SU2Run &
```



# NACA0012 : une première simulation

Avez vous obtenu le message "Exit Success " ?

Si oui, procédons à l'analyse des résultats obtenus (*post-processing*). On utilisera **ParaView**.

Pour ouvrir ParaView il suffit de taper dans le terminal *paraview &*

Les fichiers obtenus après simulation contiennent :

- **flow.vtk** - la solution en chaque point du maillage (a ouvrir avec ParaView)
- **surface\_flow.vtk** (ou .csv)- la solution uniquement pour les points autour du profil d'aile (a ouvrir avec ParaView ou Gnuplot)
- **history.csv** - fichier qui contient les informations sur la convergence de notre calcul (a ouvrir avec ParaView ou Gnuplot)
- **restart\_flow.dat** - un fichier qui contient les données pour refaire une simulation a partir d'une solution initiale

# NACA0012 : une première simulation

En exploitant le contenu de ces fichiers et l'affichage de sortie du code, analysez et sauvegardez (par exemple avec Save Screenshot de ParaView) les éléments suivants :

- la pression et le Mach en tout point du maillage
- les valeurs des coefficients de la portance (CL) et trainée (CD)
- le coefficient de pression  $C_p$  vs.  $x/c$ .

Déposer les images (champs pression, mach et  $C_p$  vs  $x/c$  sur moodle dans la section **Devoirs** boîte de dépôt **Images\_NACA0012** (elle restera ouverte jusqu'à la fin de la séance).

# NACA0012 : A vous de jouer maintenant !

Un Questionnaire est disponible sur moodle section Devoirs. Il contient 13 questions concernant ce cas test et vous disposez de 35 minutes pour répondre. Il s'agit de questions qui demandent une réponse au format text et/ou numérique.

Attention on ne peut pas revenir en arrière sur une réponse !

# NACA0012 : A vous de jouer maintenant !

Afin de mieux maîtriser et se familiariser avec SU2 je vous propose une étude libre sur cette géométrie.

Avant de commencer : rappelez-vous qu'à chaque nouvelle simulation les anciens calculs vont être écrasés par les nouveaux si vous restez dans le même répertoire.

Le questionnaire est également disponible dès à présent sur moodle dans la section Devoir et porte le nom *Questionnaire\_NACA0012\_libre*.

Dans ce questionnaire vous devez expliquer le choix de problème d'étude et analyser les résultats obtenus. Vous disposez de .... minutes pour effectuer votre étude.

# SU2 test : NACA002 Solution Adjoint

Avant de regarder la solution adjoint pour ce même problème lisez le document *paperAdjoint.pdf* (6 pages) disponible sur moodle section COURS .

# SU2 test : NACA002 Solution Adjoint

On souhaite maintenant calculer l'adjoint avec SU2 sur le même cas test de NACA0012. Pour cela effectuez les étapes suivantes :

- 1 Ouvrez le fichier configuration et changer la valeur du paramètre **MATH\_PROBLEM** avec **CONTINUOUS\_ADJOINT** (ou **DISCRETE\_ADJOINT**)
- 2 Copier le fichier `restart_flow.dat` vers `solution_flow.dat` pour que l'adjoint puisse avoir accès à la solution directe
- 3 Executer SU2 avec la commande habituelle :

*./SU\_CFD inv\_NACA0012.cfg*

# SU2 test : NACA002 Solution Adjoint

A la fin de la simulation vous avez plusieurs fichiers de sortie :

- **adjoint.vtk** - la solution adjoint en chaque point du maillage (a ouvrir avec ParaView)
- **surface\_adjoint.vtk** (ou .csv)- la solution adjoint uniquement pour les points autour du profil d'aile (a ouvrir avec ParaView ou Gnuplot)
- **history.csv** - fichier qui contient les informations sur la convergence de notre calcul (a ouvrir avec ParaView ou Gnuplot)
- **restart\_adj\_cd.dat** - un fichier qui contient les données pour refaire une simulation a partir d'une solution adjoint initiale

# SU2 test : NACA002 Solution Adjoint

Ouvrez le fichier **adjoint.vtk** avec ParaView et affichez la densité adjoint. Sauvegardez (Save Screenshot) cette image.

Ouvrez le fichier **surface\_adjoint.vtk** avec ParaView et tracez *Surface\_Sensitivity* vs  $x/\bar{c}$  . Sauvegardez (Save Screenshot) cette image.

Déposer ces images sur moodle dans la boîte de dépôt Images\_NACA0012 de la section Devoirs .



# SU2 test : NACA002 Solution Adjoint

Connectez vous sur moodle et répondez aux questions du  
Questionnaire\_adjoint disponible dans la section Devoirs