

**FORMATION CFX  
MODULE F7**

## Ansys CFX Écoulements Turbulents

<b>PUBLIC VISÉ</b>	Cette formation s'adresse à des ingénieurs et techniciens.
<b>PRÉREQUIS</b>	La connaissance des bases théoriques de la mécanique des fluides, ainsi qu'une première expérience de l'utilisation du logiciel Ansys CFX sont requises.
<b>OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES</b>	À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de : <ul style="list-style-type: none"><li>• Choisir une stratégie de modélisation adaptée à son besoin,</li><li>• Utiliser les modèles « Reynolds Averaged Navier-Stokes » (RANS),</li><li>• Utiliser les modèles « Large Eddy Simulation » (LES),</li><li>• Utiliser les modèles hybrides RANS – LES,</li><li>• Utiliser les modèles de transition laminaire – turbulence de couche limite.</li></ul>
<b>MOYENS PÉDAGOGIQUES ET TECHNIQUES</b>	La formation se déroule dans une salle dédiée équipée d'un écran, un vidéoprojecteur, des stations de travail et des écrans pour chacun des stagiaires. Celle-ci sera donnée en Français, sur la base de supports de cours en Anglais. Le cours comporte des séances de travaux pratiques sur station de travail. Les documents relatifs à la formation (cours et exercices) sont fournis sur clé USB.
<b>MODALITÉS D'ÉVALUATION</b>	En cours de formation par des exercices pratiques individuels sur le logiciel et à la fin de la formation par le biais d'un questionnaire.
<b>SANCTION</b>	Une attestation de formation sera remise à la fin de la formation.
<b>DURÉE</b>	<b>2 jours, soit 14 heures</b>

### CONTENU

#### 1 – INTRODUCTION À LA MODÉLISATION DE LA TURBULENCE

- Mise en évidence de la turbulence
- Caractéristiques des écoulements turbulents
- Panorama des modélisations
  - \* DNS
  - \* LES
  - \* RANS
- Conséquences d'un choix de modélisation

#### 2 – MODÉLISATION RANS

- 2.1 - Modèles de viscosité turbulente
  - Concept de viscosité turbulente
  - Modèles à 1 équation
  - Modèles à 2 équations
    - \* Modèle k- $\epsilon$
    - \* Modèle k- $\omega$

- \* Autres modèles : BSL, SST, GEKO...
- Interprétation physique des termes des équations
- Avantages / inconvénients comparés des modèles

## 2.2 - Modèles de contraintes de Reynolds (RSM)

- Présentation de la modélisation RSM
- Interprétation physique des termes des équations
- Modèles
  - \* fondés sur  $\varepsilon$
  - \* fondés sur  $\omega$
- Avantages / inconvénients
- Dans quels cas utiliser ces modèles

## 3 – MODÉLISATION DE LA TURBULENCE EN PROCHE PAROI

- Caractéristiques physiques des écoulements turbulents en proche paroi
- Quelques rappels théoriques : structure de la couche limite turbulente,  $y^+$ ,  $U^+$ ...
- Principe des modélisations
  - \* Méthode « wall function »
  - \* Méthode « low-Reynolds-number »
- Conséquences sur le maillage et position du 1<sup>er</sup> nœud
- Conseils pour positionner le 1<sup>er</sup> nœud en fonction de  $y^+$
- Cas des parois rugueuses

## 4 – MODÉLISATION DE LA TRANSITION LAMINAIRE - TURBULENT

- Principaux mécanismes de transition
  - \* Natural transition
  - \* Bypass transition
  - \* Separation induced transition
  - \* Crossflow transition
- Modèles de transitions
  - \* Modèle  $\gamma$ - $Re_\theta$
  - \* Modèle  $\gamma$
- Conséquences pour le maillage
- Cas des parois rugueuses

## 5 – MODELISATION LES

- Principes de la modélisation LES
- Modèles :
  - \* Smagorinsky : description et limites
  - \* WALE
  - \* Wall Modeled LES (WMLES)
- Avantages / inconvénients et limitations
- Condition limite en entrée
- Conseils de mise en pratique

## 6 – MODÉLISATION HYBRIDE RANS – LES

- Principes de la modélisation hybride RANS - LES
- Modèles : SAS, DES, DDES, SDES, SBES
- Avantages / inconvénients et limitations

## 7 – CONSEILS PRATIQUES

- Questions à se poser avant la simulation
- Modèles RANS :
  - \* Lequel choisir
  - \* Options de la famille des modèles k- $\omega$
- Méthodes hybrides : laquelle choisir
- Applications industrielles
  - \* Aérodynamique externe en aéronautique
  - \* Aérodynamique externe en automobile
  - \* Turbomachines
  - \* Chambre de combustion
  - \* Autres applications industrielles
- Résolution de la couche limite
- Transition laminaire - turbulent