

**FORMATION CFX  
MODULE F6****Introduction à Ansys CFX**

<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 et de la méthode des volumes finis est requise.
<b>OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES</b>	À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de : <ul style="list-style-type: none"><li>• Créer et modifier un domaine de calcul CFD avec Ansys SpaceClaim,</li><li>• Créer un maillage de qualité avec Ansys Meshing,</li><li>• Mettre en données une étude CFD typique avec Ansys CFX,</li><li>• Conduire un calcul avec Ansys CFX,</li><li>• Post-traiter les résultats avec Ansys CFD-Post.</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>4 jours, soit 28 heures</b>

**CONTENU****1 – INTRODUCTION À LA CFD**

- Qu'est-ce que la CFD ?
- Les différentes étapes d'un calcul CFD bien mené

**2 – INTRODUCTION À WORKBENCH**

- Présentation de l'environnement Workbench
  - \* Modules de géométrie SpaceClaim et DesignModeler
  - \* Modules de maillage Meshing et ICEM CFD
  - \* CFX dans l'environnement Workbench
  - \* Autres modules relatifs aux autres domaines de la physique
- CFX au sein d'un projet multiphysique

### 3 – INTRODUCTION À SPACECLAIM DANS LE CADRE D'UN CALCUL AVEC CFX

- Présentation de l'interface graphique
- Visualiser, manipuler et sélectionner
- Créer une géométrie
- Réparer une géométrie
- Obtenir le domaine fluide

### 4 – INTRODUCTION À MESHING DANS LE CADRE D'UN CALCUL AVEC CFX

- Présentation de l'interface graphique
- Visualiser, manipuler et sélectionner
- Choisir un type de mailles : prisme, tétraèdre, hexaèdre et pyramide
- Choisir une méthode de maillage
  - \* Maillages tétraédriques : « patch conforming » et « patch independant »
  - \* Maillages hexaédriques : « balayage », « multizone » et « hexa dominant »
  - \* Mailler plusieurs corps et interfaces entre maillages
- Imposer une taille de maille
- Mailler les couches limites
- Vérifier la qualité du maillage

### 5 – INTRODUCTION À CFX

- Présentation de l'interface graphique de CFX
- Les différentes étapes d'un calcul avec CFX
- Les fichiers d'entrée et de sortie de CFX
- Visualiser, manipuler et sélectionner

### 6 – MISE EN DONNÉES DU CALCUL

- Domaine de calcul
  - \* Les différents types de domaine de calcul
  - \* Créer et choisir un matériau
  - \* Écoulements incompressible / compressible
  - \* Pression et densité de référence
  - \* Flottabilité
- Conditions aux limites
  - \* Conseils pratiques : bien positionner les conditions aux limites
  - \* Conseils pratiques : bien choisir le type de conditions aux limites
- Sources

### 7 – CONDUITE DU CALCUL

- L'interface graphique
- Lancer un calcul
  - \* Initialisation du calcul
  - \* Schémas numériques : précision de la solution / stabilité du calcul
  - \* (Pseudo-) Pas de temps
  - \* Calculs en série / en parallèle
- Suivre la convergence
  - \* Les outils
  - \* Imposer un critère d'arrêt du calcul
  - \* Modifier un paramètre en cours de calcul
- Fichiers résultats
  - \* Choisir leur contenu
  - \* Savoir lire le fichier .out

## 8 – POST-TRAITEMENT D'UN CALCUL

- L'interface graphique
- Les différentes étapes d'un post-traitement usuel
- Supports de visualisation : (nuages de) points, (poly)lignes, plans, surfaces, volumes...
- Objets visualisés : scalaires, vecteurs, expressions
  - \* Observations qualitatives : contours, lignes de courant, tourbillons...
  - \* Observations quantitatives : tableaux, graphiques...
- Animation
- Comparaison des résultats de plusieurs calculs réalisés dans une même géométrie
- Enregistrement du processus de post-traitement
- Rapport de calcul

## 9 – COMPLÉMENTS SUR LE DOMAINE DE CALCUL : INTERFACE ENTRE DOMAINES, DOMAINE EN MOUVEMENT

- Interface entre domaines de calcul
  - \* Modèle d'interfaces
  - \* Raccordement de maillages
- Domaine en mouvement
  - \* Référentiel unique
  - \* Référentiels multiples
  - \* Approches stationnaire et instationnaire
- Déformation de maillage

## 10 – TRANSFERTS THERMIQUES

- Quelques rappels sur les modes de transfert de chaleur
  - \* Convection
  - \* Conduction
  - \* Rayonnement
  - \* Dissipation visqueuse
  - \* Changement de phase
- Application à CFX
  - \* Cas du domaine fluide
  - \* Cas du domaine solide
- Conditions aux limites
- Transfert de chaleur conjugué : dans le fluide ET DANS le solide
- Post-traitement des échanges de chaleur

## 11 – TURBULENCE

- Nombre de Reynolds et critère d'identification d'un écoulement turbulent
- Quelques rappels sur les approches de modélisation
  - \* Direct numerical simulation (DNS)
  - \* Large eddy simulation (LES)
  - \* Reynolds averaged Navier-Stokes (RANS)
- Les modèles RANS disponibles dans CFX et leur utilisation
  - \* Modèles de viscosité turbulente à 1 et 2 équations
  - \* Modèles de contraintes de Reynolds (RSM)
- Quelques rappels sur la couche limite turbulente
- Les traitements de la couche limite turbulente dans CFX et leur utilisation
  - \* Fonction de paroi
  - \* Résolution de la sous-couche visqueuse
- Condition limite en entrée : données relatives à la turbulence
- Conseils pratiques et méthodes - Positionner le 1<sup>er</sup> nœud du maillage dans la couche limite

## 12 – CALCUL INSTATIONNAIRE

- Choix de l'intervalle de temps à considérer
- Choix du pas de temps
- Choix des conditions initiales
- Convergence d'un calcul instationnaire
  - \* Convergence numérique
  - \* Convergence physique
- Schémas numériques pour calculs instationnaires dans CFX
- Conseils pratiques

## 13 – CONSEILS PRATIQUES

- Les différentes sources d'erreur
  - \* Erreurs numériques : d'arrondi, d'itération, de maillage...
  - \* Erreurs de modélisation : choix des modèles, choix des conditions limites, choix du domaine de calcul...
- Conseils sur la création de maillage

## 14 – PERSONNALISATION DE CFX

- Variable additionnelle (AVs)
  - \* Équation d'évolution
  - \* Exemple
- Langage pour les expressions dans CFX (CEL)
  - \* Syntaxe
  - \* Exemple
- Langage pour les commandes dans CFX (CCL)
  - \* Syntaxe
  - \* Exemple