

**FORMATION CFX  
MODULE F8****ANSYS CFX  
ÉCOULEMENTS MULTIPHASIQUES**

<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>• Situer son écoulement dans la large gamme des écoulements multiphasiques,</li><li>• Choisir une stratégie de modélisation adaptée à son besoin,</li><li>• Utiliser les modèles « Volume of Fluide »,</li><li>• Utiliser les modèles eulériens,</li><li>• Utiliser les modèles lagrangiens.</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. 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>3 jours, soit 21 heures</b>

**CONTENU****1 - INTRODUCTION**

- Exemples et applications
- Classification des écoulements multiphasiques
- Définitions et concepts fondamentaux
- Couplages fluide porteur-phase dispersée
- Les phénomènes physiques à modéliser

## 2 – LES APPROCHES DE MODÉLISATION

- L'approche eulérienne
  - \* Modélisation « non homogène »
  - \* Modélisation « homogène »
- L'approche lagrangienne
- Comparaison avantages / inconvénients des deux approches

## 3 – APPROCHE EULÉRIENNE : ÉCHANGES INTER-PHASES

### 3.1 - Quantité de mouvement

- Trainée
  - \* Cas des particules sphériques
  - \* Cas des particules non sphériques (gouttes et bulles)
- Portance
- Lubrification de paroi
- Masse virtuelle
- Dispersion turbulente

### 3.2 - Chaleur

- Coefficient d'échange thermique

### 3.3 - Masse

- Mécanismes de changement de phase
  - \* Thermique
  - \* Mécanique
- Changement de phase en équilibre thermodynamique local (instantané)
  - \* Propriétés des matériaux à saturation
  - \* Conseils pratiques
- Changement de phase hors équilibre thermodynamique local (non instantané)
  - \* Modèle de changement de phase thermique
    - Modèle RPI wall boiling
    - Etc.
  - \* Modèle de changement de phase mécanique
    - Modèle de Rayleigh Plesset (cavitation)
    - Modèle de condensation de gouttelettes

## 4 – APPROCHE EULÉRIENNE : ÉCOULEMENT DE SURFACE LIBRE

- Classification des écoulements de surface libre
- 2 approches
  - \* Modèle Volume of fluid (VOF) (homogène)
  - \* Modèle de mélange (non homogène)
- Modélisation de la tension de surface
- Conditions limites
- Schémas numériques
- Conseils pratiques

## 5 – APPROCHE EULÉRIENNE : MÉTHODES DE « POPULATION BALANCE »

- Modèle multi size group (MUSIG)
  - \* Modèles de dislocation
  - \* Modèles de coalescence
  - \* Discrétisation des tailles
  - \* Post-traitement
  - \* Approche homogène
  - \* Approche « non homogène »
- Modèle direct quadrature method of moments (DQMOM)
  - \* Principe
- Comparaison des modèles MUSIG et DQMOM

## 6 – APPROCHE LANGRANGIENNE : ÉCHANGES INTER-PHASES

### 6.1 - Quantité de mouvement

- Trainée
- Flottabilité
- Masse virtuelle
- Gradient de pression
- Autres : électrostatique, magnétique, thermo phorétique, adhésion de Van der Waals, portance et trainée en proche paroi, etc.

### 6.2 - Chaleur

- Convection
- Rayonnement
- Changement d'état

### 6.3 - Masse

- Diffusion
- Convection
- Évaporation
- Réaction chimique (écoulements multiphasiques multi composants)

## 7 – APPROCHE LANGRANGIENNE : SUIVI DE PARTICULES

- Algorithme de suivi des particules
- Types de particule
- Dispersion turbulente en approche lagrangienne
- Conditions limites
  - \* Injection de particules dans le domaine de calcul
  - \* Traitement en proche paroi
- Modélisation de l'érosion
- Cas des écoulements instationnaires
- Contrôle de l'affichage sur le maillage des variables attachées aux particules
- Modélisation des collisions entre particules
- Modélisation de la dislocation et de la coalescence
- Écoulements « particle wall film »

## 8 – CHANGEMENT DE PHASE DANS LES ÉCOULEMENTS MULTIPHASIQUES MULTICOMPOSANTS

- Modélisation des transferts d'espèce
- Puits et source d'espèce
- Effets de l'enthalpie
- Modèle de condensation à la paroi

## 9 – TRUCS ET ASTUCES

- Conditions limites
- Conséquences d'une forte densité de particules
- Modélisation de la turbulence pour les écoulements multiphasiques
- Turbulence induite par les particules
- Modélisation de la surface interfaciale
- Problèmes de convergence
- Paramètres avancés et paramètres des CCL
- Problèmes lors des calculs en parallèle