

**FORMATION MAPDL  
MODULE A6****ANSYS MAPDL LS-DYNA**

|  |  |
|--|--|
| <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 solides et de la méthode des éléments finis, ainsi qu'une première expérience de l'utilisation du logiciel Ansys dans l'environnement Ansys Mechanical APDL (Classic) sont requises.  |
| <b>OBJECTIFS<br/>PÉDAGOGIQUES</b>                | À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de : <ul style="list-style-type: none"><li>• Comprendre les principes et théories du calcul explicite,</li><li>• Mettre en place un modèle via l'interface Ansys MAPDL,</li><li>• Choisir les types d'éléments adaptés à sa simulation,</li><li>• Choisir une loi matériau adaptée à la simulation dynamique,</li><li>• Mettre en place les options d'analyse et chargements d'un calcul explicite,</li><li>• Gérer les contacts dans un modèle LS-DYNA,</li><li>• Utiliser LS-Prepost pour vérifier ou compléter sa mise en donnée et post-traiter les résultats de calculs.</li></ul> |
| <b>MOYENS<br/>PÉDAGOGIQUES<br/>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.<br>Le cours comporte des séances de travaux pratiques sur station de travail.<br>Les documents relatifs à la formation (cours et exercices) sont fournis sur clé USB.  |
| <b>MODALITÉS<br/>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>                                     | 3 jours, soit 21 heures  |

**CONTENU**  
.....**1 - APERÇU DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES**

- Crash-test
- Drop-test
- Simulation de certains processus de mise en forme (emboutissage)
- Perforation de blindages
- Simulations des explosions
- Scénario de rupture de pale de turboréacteur
- Structures de génie civil (béton armé)

## 2 - RAPPELS THÉORIQUES CONCERNANT LA MÉTHODE EXPLICITE

- Équation fondamentale de la dynamique sous forme discrétisée
- Discrétisation spatiale : lagrangienne, eulérienne, eulérienne multi-matériaux, ALE et SPH
- Formes associées des tenseurs des déformations et des contraintes
- Schéma d'intégration temporelle des différences centrées
- Conditions de stabilité (CFL)
- Comparatif explicite/implicite (domaines d'emploi respectifs)
- Différents systèmes d'unités usuels

## 3 - ORGANISATION ET STRUCTURE DU LOGICIEL

- Fonctionnement dans l'interface Ansys Mechanical APDL (Classic) - PREP7, POST1, POST26
- Fonctionnement dans l'interface Ansys Workbench
- Utilisation de LS-PrePost
- Structure du fichier .k
- Fichiers spécifiques à LS-DYNA : d3plot, d3thdt, ASCII, etc.
- Enchaînement des différentes phases et transfert des données

## 4 - BIBLIOTHÈQUE D'ÉLÉMENTS

- Élément barre LINK160
- Élément poutre BEAM161
- Élément bidimensionnel PLANE162
- Élément coque SHELL163
- Élément volumique brique à 8 nœuds SOLID164
- Élément volumique tétraèdre à 10 nœuds SOLID168
- Élément ressort COMBI165
- Élément masse MASS166
- Élément câble LINK167
- Principe de la sous-intégration et contrôle des modes parasites de type Hourglass
- Précautions d'usage
- Compatibilité avec les éléments implicites d'Ansys Mechanical APDL (Classic)
- Autres éléments : coques à topologie volumique, tétraèdres à formulation mixte, etc.

## 5 - LOIS DE COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX

- Comportement élastique-linéaire
- Comportement visco-élastique
- Comportement élasto-plastique
- Comportement visco-plastique
- Cas spécifique de la loi de Johnson-Cook
- Introduction de l'endommagement et de la rupture
- Cas particulier des composites
- Élastomères : Mooney-Rivlin, Blatz-Ko, Ogden...
- Matériaux compressibles de type mousse
- Béton, roches et sols
- Différents modèles d'explosifs

## 6 - GESTION ET UTILISATION DES "PARTS"

- Intérêt des "parts"
- Création, édition et modification des "parts"
- Groupement de "parts"
- Sélection des "parts"

## 7 - APPLICATION DES CHARGES ET CONDITIONS AUX LIMITES

- Principes généraux
- Définition de liaisons extérieures
- Imposition de vitesses initiales
- Traitement des corps rigides
- Liaisons internes (cas particulier des points de soudure)
- Imposition d'un historique de chargement en force et/ou pression

## 8 - MODÉLISATION DES EXPLOSIONS

- Différentes approches
- Analyse des différents phénomènes physiques
- Chargement de type analytique : Brode, Conwep et Blast-enhanced
- Modélisation eulérienne multi matériaux des explosifs et du milieu de propagation
- Cas des explosions aériennes
- Cas des explosions sous-marines
- Traitement de l'interaction avec les structures

## 9 - TRAITEMENT DU CONTACT

- Présentation des différents algorithmes disponibles : AG, ASSC, SS, etc.
- Critères de choix
- Contact avec érosion et application à la perforation
- Cas particulier du contact sur les arêtes des coques
- Options avancées

## 10 - OUTILS DE CONTRÔLE DE LA SOLUTION

- Contrôle graphique des pas de temps de stabilité
- Contrôle du nombre de points d'intégration
- Intérêt et usage des différents fichiers outputs
- Gestion du volume des résultats
- Messages d'erreur
- Technique du mass-scaling : utilisation pour les analyses en quasi-statique
- Technique de maillage adaptatif
- Édition manuelle et modification du fichier .k
- Techniques de restart

## 11 - POST-TRAITEMENT

- Utilisation de POST1 et de POST26
- Utilisation de LS-PrePost
- Tracé d'isovaleurs
- Utilisation des systèmes de coordonnées
- Création d'histogrammes
- Techniques d'animation
- Établissement d'un bilan énergétique et de quantité de mouvement
- Obtention des forces de contact

## 12 - ENCHAÎNEMENT DE SÉQUENCES EXPLICITES/IMPLICITES

- Intérêt, principe et applications pratiques
- Séquence explicite-implicite (retour élastique)
- Correspondance entre éléments LS-DYNA et Ansys
- Importation des contraintes résiduelles
- Mise à jour de la géométrie (UPGEOM)
- Séquence implicite-explicite
- Application au calcul des structures précontraintes : réservoir, assemblage boulonné, structure en rotation
- Calcul implicite dans l'environnement LS-DYNA

## 13 - EXEMPLES

- Emboutissage
- Crash-test
- Drop-test
- Perforation d'une plaque
- Flambement élasto-plastique
- Scénario de rupture de pale de turboréacteur
- Explosion