



**\*\*Le matériel didactique est disponible seulement en anglais mais le formateur donnera la matière en français.\*\***

### À propos de ce cours

L'objectif de ce cours est de vous apprendre à utiliser le logiciel SOLIDWORKS Simulation et ainsi pouvoir analyser le comportement structurel statique non linéaire de vos modèles de pièce et d'assemblage SOLIDWORKS.

Ce cours met l'accent sur les compétences avancées et les concepts essentiels à l'utilisation réussie des analyses statiques non linéaires dans le module Premium de SOLIDWORKS Simulation. Vous devez considérer le manuel du cours de formation comme un complément à la documentation du système et à l'aide en ligne, et non comme un substitut. Par conséquent, une fois que vous aurez maîtrisé vos compétences de bases et développé de bonnes bases en compétences avancées, vous pourrez vous reporter à l'aide en ligne pour obtenir des informations sur les options de commande moins fréquemment utilisées.

### Prérequis

Les stagiaires qui participent à ce cours doivent :

- avoir suivi les tutoriels SOLIDWORKS disponibles en ligne sous « Aide ». Vous pouvez y accéder en cliquant sur « Aide – Tutoriels SOLIDWORKS ».
- avoir suivi les tutoriels de SOLIDWORKS Simulation disponibles en ligne (à l'exception de ceux relatifs à l'analyse non linéaire). Vous pouvez accéder aux tutoriels en ligne en cliquant sur « Aide – Tutoriels SOLIDWORKS ».
- avoir suivi le cours de base SOLIDWORKS Simulation
- avoir une connaissance des concepts de base de l'analyse des éléments finis abordés lors du cours de base SOLIDWORKS Simulation

### Longueur du cours

La durée minimale recommandée pour ce cours est de deux jours.

### Philosophie de la conception du cours

Ce cours est fondé sur des composants et des fonctionnalités individuels et montre comment les utiliser pour effectuer diverses tâches. En illustrant ces processus par des études de cas, il vous permet de vous familiariser avec les commandes, les options et les menus nécessaires pour réaliser diverses tâches courantes.

### Introduction to Nonlinear Structural Analysis

Introduction

Types of Nonlinearities

Geometric Nonlinearities



Material Nonlinearities  
Solving Nonlinear Problems.

### **Geometrie Nonlinear Analysis**

Introduction  
Small Displacement Analysis  
Large Displacement Analysis  
Finite Strain Analysis  
Large Deflection Analysis  
References

### **Material Models and Constitutive Relations**

Introduction  
Elastic Models  
Linear Elastic Model  
Nonlinear Elastic Model  
Hyper-elastic Models  
Elasto-Plastic Models  
Basic Characteristics  
Essential Concepts of Elasto-plasticity  
Elasto-Plastic Models  
Super Elastic Nitinol Model  
Flow Rule  
Linear Visco-Elastic Model  
Creep Model  
References

### **Numerical Procedures for Nonlinear FEA**

Overview  
Incremental Control Techniques..  
Force Control Method  
Displacement Control Method Arc-length Control Method ..  
Iterative Methods  
Newton-Raphson (NR)  
Modified Newton-Raphson (MNR)  
Termination Criteria  
References

### **Contact Analysis**

Introduction  
Global Contact / Gap Conditions  
Local Contact / Gap Conditions



Troubleshooting for Gap / Contact Problems  
References

**Lesson 1:**

**Large Displacement Analysis**

- Objective
- Case Study: Hose Clamp
- Problem Statement
  - Stages in the Process
- Linear Static Analysis
  - Auxiliary Boundary Conditions
  - Solvers
  - Geometrically Linear Analysis: Limitations
- Nonlinear Static Study
  - Time Curves (Load Functions)
  - Fixed Incrementation
  - Large Displacement Option: Nonlinear Analysis
  - Analysis Failure: Large Load Step
  - Fixed Time Incrementation Disadvantages
  - Autostepping Incrementation
  - Autostepping Parameters and Options
  - Advanced Options: Step/Tolerance Options
- Linear Static Study (Large Displacement)
- Summary
- Questions

**Lesson 2:**

**Incremental Control Techniques**

- Objective
- Incremental Control Techniques
  - Force Control
  - Displacement Control
- Case Study: Trampoline
- Project Description
  - Stages in the Process
- Linear Analysis
  - Membrane Structures
- Nonlinear Analysis - Force Control
  - Initial Instability of Thin Flat Membranes
  - Restart Function
  - Analysis Progress Dialog Box



Analytical Results for Membranes  
Nonlinear Analysis - Displacement Control  
Displacement Control Method: Displacement Restraints  
Single Degree of Freedom Control Limitation  
Loading Mode in Displacement Control Method  
Summary  
Questions

**Lesson 3:**  
**Nonlinear Static Buckling Analysis**

Objective  
Case Study: Cylindrical Shell  
Problem Statement  
Stages in the Process  
Linear Buckling  
Linear Buckling: Assumptions and Limitations  
Linear Static Study  
Nonlinear Symmetrical Buckling  
Arc Length: Parameters  
Discussion  
Symmetrical vs. Asymmetrical Equilibrium,  
Bifurcation Point  
Nonlinear Asymmetrical Buckling  
Summary  
Questions  
Exercise 1: Nonlinear Analysis of a Shelf  
Problem Statement  
Linear Buckling Analysis  
Nonlinear Buckling Analysis  
Discussion  
Summary  
Exercise 2: Nonlinear Analysis of Remote Control Button  
Problem Statement  
Summary



## **Lesson 4:**

### **Plastic Deformation**

- Objective
- Plastic Deformation
- Case Study: Paper Clip
- Problem Statement
  - Stages in the Process
- Linear Elastic
- Nonlinear - von Mises
- Nonlinear - Tresca's
  - Discussion
- Stress Accuracy (Optional)
  - Mesh Sectioning
- Summary
- Questions
- Exercise 3: Stress Analysis of a Beam Using Nonlinear Elastic Material
  - Problem Statement
  - Summary
- Exercise 4: Oil Well Pipe Connection
  - Problem Description
  - Materials
  - Loading Conditions
  - Goal

## **Lesson 5:**

### **Hardening Rules**

- Objective
- Hardening Rules
- Case Study: Crank Ann
- Problem Statement
  - Stages in the Process
- Isotropic Hardening
  - Discussion
- Kinematic Hardening
  - Discussion
- Summary
- Questions



## **Lesson 6:**

### **Analysis of Elastomers**

- Objective
- Case Study: Rubber Pipe
- Problem Statement
  - Stages in the Process
- Two Constant Mooney-Rivlin (1 Material Curve)
  - Coefficient of Determination
- 2 Constant Mooney-Rivlin (2 Material Curves)
- 2 Constant Mooney-Rivlin (3 Material Curves)
- 6 Constant Mooney-Rivlin (3 Material Curves)
- Summary
- Questions

## **Lesson 7:**

### **Nonlinear Contact Analysis**

- Objective
- Case Study: Rubber Tube
- Problem Statement
  - Instability in Assemblies
  - Stabilization
  - Releasing Prescribed Displacement
  - Validity and Limitations of Static Analysis
- Summary
- Questions
- Exercise 5: Gear Assembly
  - Problem Description
  - Materials
  - Loading Conditions...
  - Goal
- Exercise 6: Ring
  - Problem Description
  - Materials
  - Loading Conditions...
  - Goal

## **Lesson 8:**

### **Metal Forming**

- Objective
- Bending
- Case Study: Sheet Bending
- Problem Statement



Stages in the Process

Plane Strain

Large Strain Formulation Option

Convergence Problems

Automatic Stepping Problems

Discussion

Small Strain Vs. Large Strain Formulations

Summary

Questions

Exercise 7: Large strain contact simulation - Flanging

Problem Description

Materials

Loading Conditions

Goal

## **Appendix A:**

### **True and Engineering Stress and Strain**

Engineering Stress and Strain

True Stress and Strain

References