

## Trucs & Astuces – Comment gérer les non-linéarités et problèmes de convergence sur Abaqus

### Résumé

Notre expert vous explique comment gérer les non-linéarités et les problèmes de convergence sur Abaqus.

### Solutions

#### 1. Les non linéarités sur Abaqus

Les sources de non-linéarités sont les suivantes:

- NL Matériaux (ex: plasticité)
- NL Conditions limites (ex: Contact)
- NL Géométriques (ex: grandes déformations)

**Le premier type de non-linéarité** qui peut être intégré au modèle est la non-linéarité matériaux : l'utilisateur complète lui-même son modèle matériaux, il peut donc choisir d'y intégrer ou non de la non-linéarité (ex plasticité).

**Le deuxième type** est la non-linéarité géométrique, les grands déplacements et grandes rotations, c'est au niveau du « Step » qu'on choisit de les prendre en compte ou non avec le paramètre « NLGEOM ».

Pour ce qui est des non-linéarités de type conditions limites, cela dépend de ce que veut modéliser l'utilisateur, bien souvent la non-linéarité est présente à travers la définition de contact dans le modèle.

#### 2. Les solveurs d'Abaqus

Abaqus possède 2 solveurs et donc 2 méthodes de résolution différentes :

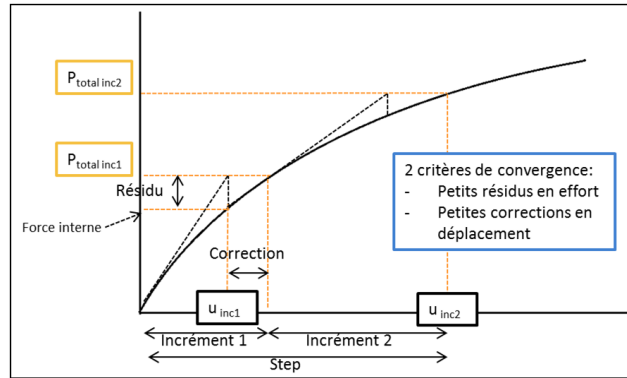
- **Le solveur Abaqus/Standard** est dédié aux analyses statiques, de dynamique linéaire, thermiques et à certains couplages multi physiques.
- **Le solveur Abaqus/Explicit** est dédié aux analyses dynamiques transitoires brèves type crash et aux analyses quasi-statiques ainsi qu'à certains couplages multi physiques.

Pour Rappel :

- Équilibre statique:  $P-I=0$  avec P les efforts externes et I les efforts internes
- Équilibre dynamique:  $P-I=M\ddot{u}$  avec M la masse et  $\ddot{u}$  l'accélération

Les Analyses statiques non linéaires implicites sont résolues avec la Méthode de Newton-Raphson (Abaqus/Standard), méthode incrémentale itérative inconditionnellement stable.

Les étapes de chargements (steps) sont découpées en incréments (niveaux de charge donnés), dans lesquels nous retrouvons plusieurs itérations (tentatives de recherche d'équilibre). N'importe quelle taille d'incrément peut être utilisée.



Abaqus/Explicit résout l'équilibre dynamique en utilisant un schéma de résolution explicite, schéma conditionnellement stable (la taille du pas de temps doit être contrôlée). Nous faisons généralement beaucoup plus d'incréments mais ceux-ci sont moins coûteux.

$$\ddot{u}(t) = M^{-1} \cdot (P - I)(t)$$

- Vitesse et déplacements au temps  $t+dt$  mis à jour explicitement
- Solution triviale:
  - Matrice de masse diagonale
  - Pas d'itérations

### 3. Les problèmes de convergence classiques

- Element distortion

Ces messages apparaissent lorsque le volume sur un point d'intégration d'un élément devient négatif. Vérifiez les propriétés, les charges et les conditions aux limites; cela peut nécessiter plus de raffinement de maillage.

- Excessive yielding

Relativement grandes déformations dans un problème dans lequel le modèle de matière est une forme de plasticité. Vérifiez le chargement (est-il excessif?), les données de matière et raffinement de maillage (grandes déformations?).

- Hourglassing

Déformations non physiques causées par l'utilisation des éléments d'intégration réduite de premier ordre. Si la rigidité de d'hourglass artificielle est trop élevée, affinez le maillage ou utilisez un type d'élément différent (premier ordre complètement intégré ou de second ordre).

### Problèmes de convergence avec Abaqus/Standard

- Numerical singularities

Cela indique que des informations sont perdues lors de la résolution d'équations linéaires et que les résultats ne sont pas fiables. La cause la plus commune est un mode de corps rigide non contraint dans une analyse de contrainte statique.

- Zero pivots

Se produisent pendant la résolution d'équations linéaires quand il y a une force mais pas la rigidité correspondante. Les causes courantes sont des modes de corps rigides non-contraints et/ou des degrés de liberté sur contraints (ex : nœuds dans un collage et dans une autre condition limite).

- Negative eigenvalues

Indiquent que la matrice de rigidité n'est pas définie positive. Par exemple, une charge de flambement a été dépassée.

### Problèmes liés à Abaqus/Explicit

- Excessive wave speed
- Cette erreur indique que quelque chose dans le modèle a causé la déformation de façon spectaculaire d'un ou plusieurs éléments en un seul incrément.
- Très probablement associé à un événement qui a eu lieu peu de temps avant que le premier message d'avertissement apparaisse.
- Les causes potentielles comprennent le contact, incrément de temps instable, la distorsion de maillage et l'hourglassing.

- Mesh Distortion

Affiner le maillage ou utiliser maillage adaptatif

### Usages

- Communication technique
- Conception
- Conception électrique
- Simulation

### Services **Activités**

- Implantation/Agencement
- BE Sous-traitance
- Carrosserie Industrielle
- Chaudronnerie – Serrurerie
- Mécatronique – Electronique
- Bijouterie – Joaillerie
- Machines spéciales – robotique
- Usinage – Impression 3D
- Applications médicales
- Métiers du bois
- Moule – Injection plastique
- Tôlerie
- Tuyauterie/Process/Usine