

## **ADINA Multiphysique : Premier logiciel de simulation pour l'industrie**

**Résumé** — ADINA Multiphysique, c'est une plate-forme unique qui propose une solution unifiée pour simuler des problèmes d'interactions impliquant les équations de la mécanique des fluides, structures, les échanges thermiques et les phénomènes d'électromagnétisme. L'ensemble des capacités repose sur une unique interface utilisateur interactive qui permet rapidement la mise en données et de post-traiter finement les résultats. La qualité et la performance du logiciel sont intrinsèquement liées à la philosophie de développement que s'est imposé l'un des plus grands pionniers K. -J. BATHE, dirigeant du laboratoire ADINA R&D et chercheur à MIT.

**Mots clefs** — ADINA , éléments finis généralisés, élément fini COQUE 3D, schémas d'intégration temporelle, interaction et couplage monolithique

### **1 ADINA**

**ADINA multiphysique** est développé par la société ADINA R&D à BOSTON, véritable laboratoire de recherches et de développements crée par l'un des plus grands pionniers dans le domaine de la modélisation numérique, le Professeur **K. -J. BATHE**, chercheur à MIT et auteur des codes SAP4 et NONSAP en 1970.

**La mission de ADINA R&D consiste à :**

□ Fournir une solution unifiée permettant de traiter des phénomènes d'interactions décrites par des équations couplées de la mécanique des fluides & structures, en incluant les échanges thermiques et les phénomènes d'électromagnétisme.

### **2 Les particularités du logiciel ADINA Multiphysique**

#### **▪ 2 – 1 : une philosophie de développement**

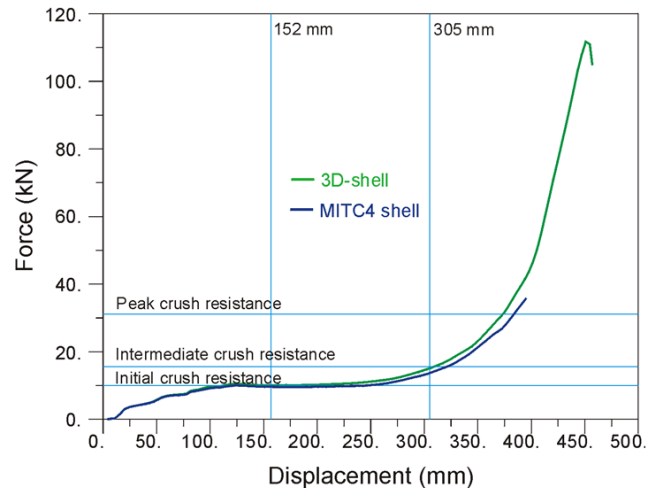
Le développement du programme ADINA Multiphysique est soumis aux trois directives :

- FIABILITE : Lorsqu'un problème est mathématiquement bien posé, le code doit converger vers une solution exploitable, dont la précision ne doit dépendre que de la finesse du maillage. Le code ne doit donc pas recourir aux paramètres artificiels (viscosités, amortissements artificiels...) pour forcer la convergence.
- GENERALITE : le code ne doit utiliser que des formules mathématiques généralisées, par exemple, la formulation de l'élément coque dans ADINA convient aux analyses de structures minces d'épaisseurs modérées et/ou très faibles. En parallèle les modules « Statique, Dynamique implicite et explicite » utilisent tous les mêmes formulations éléments finis.
- EFFICACITE : Les algorithmes de résolution des équations doivent converger le plus rapidement que possible tout en consommant le moins possible les ressources informatiques (mémoires RAM et nombre de Cpu)

#### **▪ 2 – 2: Élément finis COQUE-3D**

La formulation élément fini COQUE dans ADINA-Structure a été améliorée pour tenir compte des décalages possibles de la fibre neutre des structures minces dans les situations de déformations extrêmes.

## Exemple



Crush – portière automobile  
(implicit)

### ▪ 2 – 3 : Dynamique implicite & Dynamique explicite

Les formulations mathématiques généralisées utilisées dans ADINA-Structure permettent aux utilisateurs d'utiliser les mêmes éléments finis en analyse de dynamique implicite ou explicite. Ceci permet également aux utilisateurs de basculer l'analyse en mode implicite vers le mode explicite automatiquement ou manuellement. (et vice-versa). Par exemple, lors de l'emboutissage de tôle, il est possible de commencer la simulation en mode dynamique explicite et de switcher (automatiquement ou manuellement) vers une simulation en mode implicite dans la phase du retour élastique post emboutie.

### ▪ 2 – 4 : Des schémas d'intégrations temporelles innovants, et « inconditionnellement » stables en analyse non linéaire.

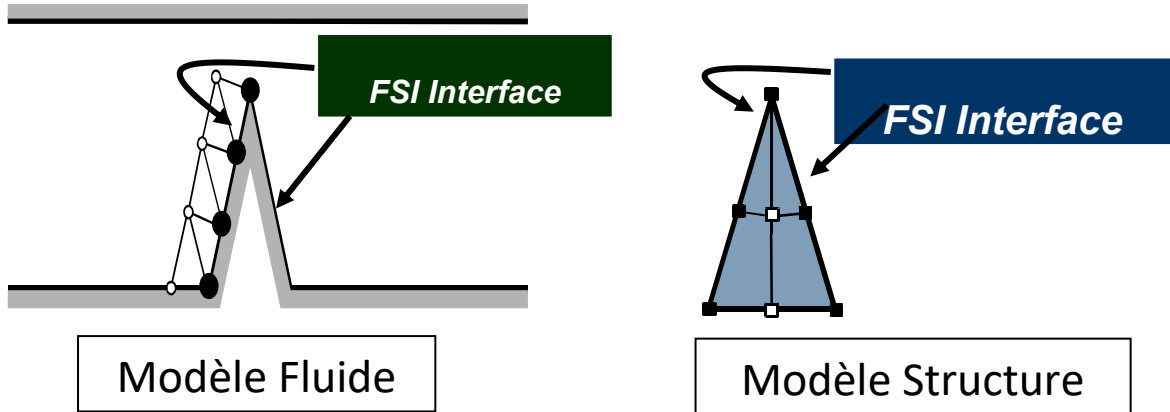
Les schémas d'intégrations temporelles implicites tels que les schémas de NEWMARK, Houbolt, Wilson téta ect, sont largement employés les codes de calculs commerciaux. Cependant un schéma inconditionnellement stable peut devenir instable en analyse non linéaire voire en dynamique linéaire si les pas de temps d'intégration sont trop grands ou en présence des oscillations parasites (qui proviennent d'un maillage non adéquat ou des réponses des modes à hautes fréquences pour lesquelles vous ne pouvez tronquer).

Pour ce type de situation, il existe un certain nombre de schémas d'intégrations temporelles établies dans les années 70, comme par exemple les schémas de HHT, méthode Apha-modifiés, ect... dont le but consiste à supprimer les réponses parasites qui font diverger les calculs. Cependant aucun des schémas établis depuis les années 70 ne remplit complètement l'objectif, et ne soit efficace à l'utilisation par les ingénieurs de bureaux d'études. D'une part, par ce que ces schémas classiques ne suppriment pas totalement les réponses parasites mais se contentent uniquement de les amortir, d'autre part l'utilisation de ces schémas d'intégrations temporelles requière l'introduction des paramètres numériques artificiels (amortissements numériques) de la part des utilisateurs, ce qui peut rendre incertain les résultats en fonction de ces paramètres. D'un autre côté, ADINA R&D met en place de nouveaux schémas d'intégrations temporelles :

- Le schéma BATHE-composit (pour la dynamique implicite)
- Le schéma NOH-BATHE ((pour la dynamique explicite)

Ces deux schémas suppriment totalement les réponses des modes parasites et ne requièrent pas de paramètres artificiels de la part des utilisateurs. Ils sont inconditionnellement stables en dynamique non linéaire et pour des analyses de propagations d'ondes

▪ 2 – 5 : Phénomènes multiphysiques – Couplage itératif et couplage monolithique



Après plus de 35 années de retours d'expériences industrielles, le programme ADINA multiphysique est largement plébiscité dans les milieux de l'automobile, aérospatiale, nucléaire, biomécanique, énergie (éoliens, central hydraulique), industrie de pompe, centres de recherches maritimes. En effet, ADINA multiphysique dispose de nombreuses méthodes pour coupler les équations fluides, structures, thermiques et électromagnétismes.

- Couplage monolithique (couplage FORT)
- Couplage itératif (couplage FAIBLE)
- Chainage de calcul (couplage unidirectionnel)

**Couplage Fort :**

Les équations fluides et structures sont combinées et résolues simultanément.

$$\begin{bmatrix} A_{ff} & A_{fs} \\ A_{sf} & A_{ss} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X_f \\ \Delta X_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_f \\ B_s \end{bmatrix}$$

**Référence**

Site officiel de DAINA R&D : [www.adina.com](http://www.adina.com)