

# Stratégie dédiée à l'étude paramétrique de problèmes élasto-viscoplastiques d'évolution

N. Relun<sup>1</sup>, D. Néron<sup>1</sup>, P.-A. Boucard<sup>1</sup>, A. Ghouali<sup>2</sup>, A. Pyre<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LMT, ENS Cachan / CNRS / UPMC / PRES UniverSud Paris, France, {relun,neron,boucard}@lmt.ens-cachan.fr

<sup>2</sup> SNECMA - Division Moteur Spatiaux, {amine.ghouali,alain.pyre}@sneema.fr

**Résumé** — Les études paramétriques peuvent conduire à des temps de calcul très importants, en particulier lorsque les problèmes traités sont non linéaires. Dans ce cadre les techniques de réduction de modèles sont souvent préférées aux approches directes. Nous proposons ici une stratégie dite "multi-paramétrique" basée sur la méthode non incrémentale LATIN, avec réutilisation de la décomposition PGD de la solution lors de la réalisation de l'étude paramétrique. La stratégie est illustrée sur une pièce SNECMA, soumise à un chargement cyclique, dont le modèle matériau est élasto-viscoplastique de type Chaboche.

**Mots clés** — elasto-viscoplastique, PGD, LATIN, multiparamétrique.

## 1 Contexte

La problématique est issue du projet ANR APPROFI associant SNECMA (groupe SAFRAN) et différents laboratoires et PME. Dans ce projet, on s'intéresse à la prise en compte de la variabilité des paramètres de conception (coefficients matériaux, géométrie, chargement...) de pièces dont le comportement matériau est décrit par un modèle élasto-viscoplastique de type Chaboche [1].

Une approche directe, consistant à résoudre indépendamment les problèmes pour chaque jeu de paramètres, conduit à un coût de calcul rédhibitoire. Ce constat conduit à tirer parti de la similarité des problèmes en se tournant vers des techniques de réduction de modèle.

## 2 Stratégie

Les techniques de réduction de modèle usuelles sont souvent basées sur des approches de séparation de variables, conduisant à manipuler des champs dans des dimensions inférieures à la dimension initiale. Les méthodes *a posteriori* consistent à utiliser la base issue de l'analyse POD (Proper Orthogonal Decomposition) d'un calcul, souvent simplifié, pour projeter les équations du problème que l'on cherche à résoudre. Un autre concept, qui fait l'objet d'un certain nombre de travaux actuellement, est celui de la réduction *a priori* où l'on génère la décomposition d'une solution sans la connaître, à l'aide d'algorithmes dédiés [2, 3, 4]. On parle de PGD (Proper Generalized Decomposition).

Dans le cadre d'une étude paramétrique, les bases issues des calculs réalisés pour certains paramètres peuvent être avantageusement réutilisées pour chercher la solution associée à un nouveau jeu de paramètres. Dans ce travail, l'algorithme utilisé pour résoudre les problèmes d'évolution élasto-viscoplastique est la méthode LATIN [5, 6, 7]. Cette méthode présente l'avantage de séparer le traitement des aspects non linéarité matériau de celui de la globalité sur l'espace-temps due aux équations d'équilibre.

## 3 Cas test

L'exemple traité ici est un "cas d'étude" d'une ailette TEG du divergent Vulcain 2 (Fig.1) dont les paramètres matériaux tels que le seuil de plasticité et les paramètres d'érouissage sont variables. Une

analyse de fiabilité de cette pièce nécessite la résolution de 300 calculs. L'utilisation de notre approche permet une réduction du temps de calcul notable pour l'ensemble de ces problèmes.

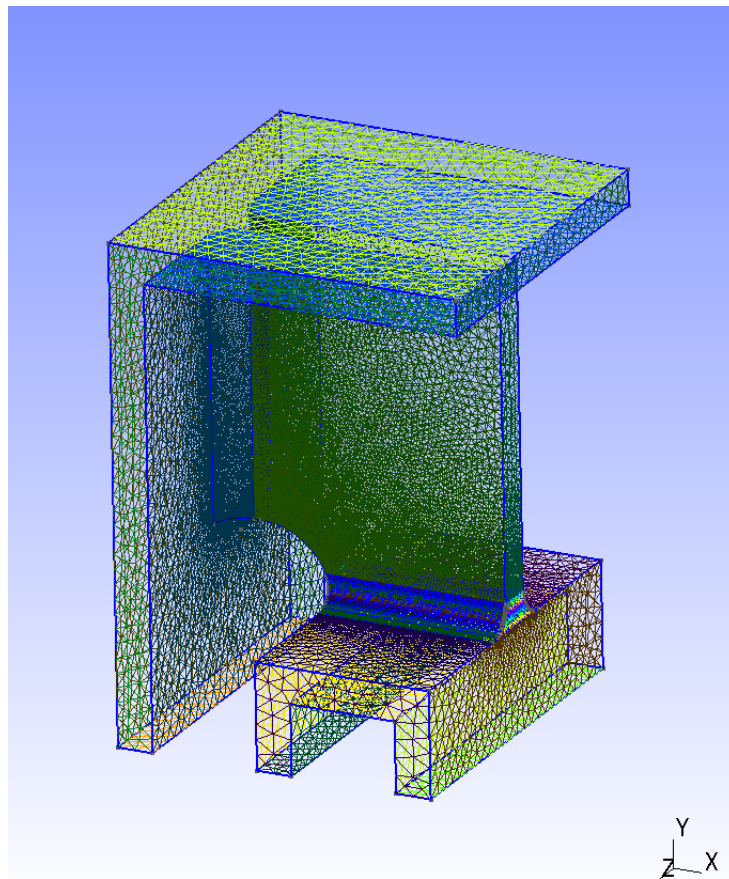


FIGURE 1 – Géométrie 3D du cas test SNECMA

## Remerciement

Les auteurs remercient l'Agence Nationale pour la Recherche pour son soutien financier au sein du projet MATETPRO07 : APPROFI.

## Références

- [1] J. Lemaitre and J.L. Chaboche. *Mechanics of solid materials*. Cambridge Univ Pr, 1994.
- [2] D. González, A. Ammar, F. Chinesta, and E. Cueto. Recent advances on the use of separated representations. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 81(5) :637–659, 2010.
- [3] P. Ladevèze, J.-C. Passieux, and D. Néron. The latin multiscale computational method and the proper generalized decomposition. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 199 :1287–1296, 2010.
- [4] Anthony Nouy. A priori model reduction through proper generalized decomposition for solving time-dependent partial differential equations. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 199(23-24) :1603–1626, 2010.
- [5] J. Y. Cognard, P. Ladevèze, and P. Talbot. A large time increment approach for thermo-mechanical problems. *Advances in Engineering Software*, 30(9-11) :583–593, 1999.
- [6] P. Ladevèze, J. Y. Cognard, and P. Talbot. *A Non-incremental and Adaptive Computational Approach in Thermo-viscoplasticity*, pages 281–291. 2002.
- [7] P. Ladevèze. *Nonlinear Computational Structural Mechanics - New Approaches and Non-Incremental Methods of Calculation*. Springer Verlag, 1999.