

# Sur une formulation incrémentale pour les matériaux viscoélastiques non vieillissants : approche différentielle par fluage

R. MOUTOU PITTI<sup>a</sup>, C. CHAZAL<sup>a</sup>

a. Groupe d'Etude des Matériaux Hétérogènes (GEMH), Centre Universitaire Génie Civil, boulevard Jacques Derche, 19300 EGLETONS

## Résumé :

Une nouvelle formulation incrémentale linéaire adaptée aux matériaux viscoélastiques non vieillissants est proposée. La méthode dérive d'une approche reposant sur les équations différentielles linéaires de Volterra et basée sur une décomposition spectrale du tenseur de fluage. On montre ainsi que la difficulté due au stockage de toutes les histoires de contraintes et des déformations est évitée. La solution analytique obtenue est exploitée en mécanique via un calcul éléments finis appliqué à des poutres, des dalles ou des coques.

## Mots clefs : Formulation viscoélastique incrémentale ; Approche différentielle ; Eléments finis

En ingénierie, les matériaux dont les champs mécaniques varient en fonction du temps occupent, continuellement, une place de rang dans la composition et la conception des structures. Seulement, l'un des problèmes principaux en calcul de structures reste l'évaluation de la réponse des matériaux viscoélastiques prenant en compte toutes les histoires passées des contraintes et des déformations lorsque ceux-ci sont soumis à des sollicitations diverses. Aussi, plusieurs solutions analytiques proposées dans la littérature n'incorporent pas les problèmes réels et complexes, car ces méthodes nécessitent de retenir dans la mémoire digitale l'ensemble des champs mécaniques héréditaires.

Dans ce contexte, plusieurs théories ont été proposées afin de formuler des lois incrémentales obéissant au comportement des matériaux viscoélastiques linéaires. Parmi elles, Ghazlan et al. [1], Chazal et al. [2], ont développés des formulations incrémentales résolues dans un contexte élément finis. En mécanique de la rupture, Moutou Pitti et al. [3] se sont inspirés de ces différentes formulations afin de simuler la propagation de fissure dans les matériaux viscoélastiques. Seulement, l'ensemble des méthodes utilisées est basé sur une décomposition spectrale reposant sur le modèle de kelvin Voigt généralisé. Pour éviter l'utilisation systématique de ce modèle, il est présenté une nouvelle démarche incrémentale basée sur la décomposition spectrale du tenseur de fluage, la méthode de différences finies et les équations différentielles linéaires généralisées. On obtient au finale la loi incrémental (1) écrite en fonction de l'histoire du chargement  $\tilde{\epsilon}(t_n)$  de l'incrément des contraintes  $\Delta\sigma$ , et le tenseur de complaisances  $D$ . La formulation obtenue est ensuite exploitée en mécanique afin d'évaluer numériquement les champs mécaniques via un calcul éléments finis appliqué sur des structures de types poutre, dalle, ou coque.

$$\Delta\epsilon_{ij}(t_n) = \sum_k \sum_\ell D_{ijk\ell}(\Delta t_n) \Delta\sigma_{k\ell}(t_n) + \tilde{\epsilon}_{ij}(t_n) \quad (1)$$

## References

- [1] Ghazlan G., Caperaa S., Petit C., An incremental formulation for the linear analysis of thin viscoelastic structures using generalized variables, Int Num methods Eng, 38, 3315-3333, 1995.
- [2] Chazal C., Dubois F., A new incremental formulation in the time domain of crack initiation in an orthotropic linearly viscoelastic solid, Mech Time-Depend Mater, 5, 229-253, 2001.
- [3] Moutou Pitti R., Dubois F., Petit C., Sauvat N., Pop O., A new M integral parameter for mixed mode crack growth in orthotropic viscoelastic material, Eng Fract Mech, 75, 4450-4465, 2008.