

## Résumé

Le matériau composite carbone/carbone ou C/C est utilisé en temps que matériau de friction en freinage aéronautique. Matériau complexe tant du point de vue de sa description microstructurale que de son comportement sous sollicitations tribologiques, il a été l'objet de nombreuses études visant à mieux comprendre les mécanismes régissant sa réponse (frottement, endommagement, usure) à ces sollicitations. Dans cette étude nous nous focalisons sur l'aspect mécanique de cette réponse. En particulier, nous nous intéressons aux endommagements présents dans le matériau : nous souhaitons étudier tant leurs origines que leur influence sur le comportement du matériau. Pour cela, nous choisissons une approche combinée numérique et expérimentale, nous permettant d'identifier de façon exhaustive ces endommagements puis de construire un modèle numérique tribologique permettant d'étudier les mécanismes d'usure du matériau. Nous montrons comment les mécanismes d'accommodation en volume du 1er corps influent sur les détachements de particules en surface, nous conduisant à parler de dialogue tribologique surface/volume. Le modèle numérique utilise la méthode des éléments discrets pour représenter 1er et 3ième corps simultanément. Un travail est réalisé autour de la représentativité du modèle vis-à-vis des caractéristiques mécaniques du composite C/C. Nous proposons également une démarche de recherche d'un Volume Élémentaire Représentatif sous condition de contact. Ce modèle ainsi que les observations du matériau nous permettent de proposer un scénario de comportement tribologique du composite C/C, en fonction des sollicitations thermomécaniques qui lui sont appliquées et correspondant aux différents types de freinages aéronautiques. Les endommagements identifiés dans le volume du matériau se révèlent être bénéfiques dans certains cas de figure au travers d'un mécanisme de rigidification du matériau intervenant à haute température, ce qui nous conduit à parler d'« endommagement utile ». Le scénario intègre donc ce phénomène, ainsi que d'autres tant mécaniques que physicochimiques et identifiés par cette étude ou dans la littérature, et montre comment leur équilibre « dynamique » produit le comportement tribologique identifié du matériau pour les différentes gammes de sollicitations qui lui sont appliquées.

- 

- **Titre traduit**

"Useful damage" and "surface/volume dialogue" : numerical and experimental investigations of C/C composites behaviour under tribological stresses

- 

## Résumé

Carbon/Carbon (or C/C) composite is used as a friction material in aeronautical braking applications. This is a complex material from both microstructural and tribological behavior points of view. Thus, it has been studied through various works for several years, aiming at understanding what mechanisms guide this material response (friction, damage, wear) under tribological conditions. In this study, a focus is performed on mechanical aspects such as damages that occur in the numerical and experimental approach, in view to identify and classify the damages as well as to build a numerical model used to investigate wear mechanisms. It is underlined how first-body accommodation mechanisms have a great influence on particles detachment at the interface, as a surface/volume tribological dialogue take place. This model is based on the Discrete Elements method and represents simultaneously first- and third-body; such model is able to represent fist-body degradation as well as creation and flow of third-body particles. Its representativeness is ensured through experimental comparisons, particularly on mechanical aspects. A procedure is proposed for the research of a Representative Elementary Volume under contact conditions. Model results and material observations allow proposing a global scenario explaining C/C composite behavior under tribological conditions, which are representative of different aeronautical braking cases. Damages, identified in the volume of the first-body, reveal themselves to be sometimes beneficial, and could be characterized as "useful damages". The scenario takes into account this phenomenon, as well as thermal, mechanical and physicochemical ones, identified from this work or literature. It explains the influences of these parameters on C/C tribology and show how the dynamic equilibrium between them results on the C/C response, particularly its wear mechanism.