

## Modélisation et prévision du comportement thermomécanique des pièces en composites de fibres naturelles en situation d'usure : application aux engrenages

**Par :**

**Kokou Félicien WOTODZO, ENSI, Université de Lomé, Togo**

**Directeur de thèse :**

**Prof. Demagna KOFFI, Université du Québec Trois-Rivières, Canada**

**Co-directeur :**

**Prof. Komla KASSEGNE, ENSI, Université de Lomé, Togo**

**Cette étude permet de prédire le comportement thermomécanique d'une nouvelle génération d'engrenages en matériaux composites à fibres de bois.**

Les engrenages métalliques, qui étaient les plus rencontrés dans les mécanismes de transmission de mouvement, connaissent des détériorations par déformations, par ruptures, par détérioration de surfaces. Les engrenages en plastique et leurs composites présentent plusieurs avantages et remplacent progressivement, dans divers domaines, les engrenages métalliques. Mais ce sont des matériaux viscoélastiques dont les propriétés changent avec la température.

Ainsi, l'usure classique qu'on connaît au niveau des engrenages métalliques s'accroît avec l'effet de la température dans le cas des engrenages en plastique et composites.

En outre, leur usage intensif pose des problèmes de développement durable par suite de l'épuisement des ressources pétrolières non renouvelables et de la pollution engendrée.

L'alternative proposée dans cette thèse consiste à étendre l'usage de nouveaux plastiques d'origine végétale et de leurs composites de fibres naturelles, surtout de bois d'origine papetière, à la fabrication des pièces mécaniques.

C'est dans ce sens que des études ont porté sur la formulation des composites à base de Polypropylène (PP) et de Polyéthylène (PE), d'origine végétale, renforcés par des fibres de bois de bouleau et de tremble auxquels un agent de couplage a été ajouté.

Il en ressort que le HDPE (High Density Polyethylene) renforcé par 40% de fibres de bouleau est mieux adapté pour la fabrication des engrenages, car le retrait est moins important lors du refroidissement après moulage.

Ainsi, les caractéristiques (Module élastique, Coefficient de poisson, Facteur de perte, Masse volumique, Conductibilité thermique, Chaleur spécifique) de ce nouveau matériau ont été déterminées.

D'une part, afin de mieux connaître le comportement de ce nouveau matériau, nous avons procédé à des études de simulation, sous SolidWorks®, du comportement mécanique qui nous ont permis d'avoir, à partir des représentations graphiques, la variation des contraintes et déformations en fonction de la position normalisée du point de contact. Alors, les contraintes de contact et de flexion, aussi bien que les déformations correspondantes sur le pignon et la roue menée, ont été étudiées en fonction du taux d'usure (0%, 4%, 8%), et ceci en variant le couple transmis, l'angle de pression, le module et le nombre de dents.

D'autre part, les études de simulation numérique, avec Matlab®, du comportement thermique ont débouché sur la connaissance de l'évolution de la température d'équilibre et de la température instantanée sur le profil de la dent en fonction de  $S/p_n$ , position normalisée du point de contact, en variant le taux d'usure. La distribution de la température instantanée locale  $T_s$  sur la largeur de contact de Hertz en fonction de la position du point de contact suivant cette largeur, a été aussi étudiée.

Il ressort de ces études que lorsque le couple augmente, les contraintes de contact et de flexion à la racine augmentent; et quand l'usure augmente, la contrainte de flexion à la racine augmente mais la contrainte de contact ne suit pas une loi bien déterminée.

L'influence du module sur le comportement mécanique a révélé que lorsque le module augmente, les contraintes de contact et de flexion à la racine diminuent; et quand l'usure augmente, les deux contraintes ne suivent pas une loi bien déterminée.

L'étude de l'influence de l'angle de pression sur le comportement mécanique a montré que lorsque l'angle de pression augmente, les contraintes de contact et de flexion à la racine diminuent; et quand l'usure augmente, la contrainte de flexion à la racine augmente mais la contrainte de contact ne suit pas une loi bien déterminée. Le comportement est le même lorsque le nombre de dents augmente.

L'étude du comportement thermique a révélé que la température instantanée est toujours supérieure à la température d'équilibre sur le profil de la dent, sauf au point primitif où les deux températures sont confondues.

Aussi, il n'y a pas un écart important entre les températures instantanées du pignon et de la roue et en plus les taux d'usure appliqués n'ont pas d'influence significative sur les températures.

**K.F.W**



**MICADO Magazine**  
&  
**Revue d'Ingénierie**  
**Numérique Collaborative**

## **MA THÈSE** **EN 2 PAGES**

UNE OCCASION UNIQUE DE  
PRÉSENTER AUX INDUSTRIELS  
VOS TRAVAUX DE RECHERCHE  
APPLIQUÉE DANS LE DOMAINE  
DE L'INGÉNIERIE NUMÉRIQUE !

**MICADO**

Version courte d'états de recherches,  
orientée entreprises, industriels

Sélection à travers un vote par des lecteurs  
et le comité de lecture pour la parution de  
6 articles retenus pour figurer en version  
longue dans l'édition de la revue  
scientifique annuelle "Revue d'Ingénierie  
Numérique".

L'article en tête des votes recevra un  
prix et sera mis en avant.

**Infos et dépôt des articles :**  
**[communication@afmicado.com](mailto:communication@afmicado.com)**