

**Développement d'un nouveau composite  
biodégradable:**  
**exemples concernant son procédé de fabrication,  
son comportement lors de sa dégradation et ses  
utilisations**

**Présentée à**

**L'ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE ZURICH**

pour l'obtention du titre de  
Docteur ès sciences techniques

par

Brice Paul Guy Koch  
Dipl. Masch. Ing. ETH Zurich  
né le 24 Mai 1964  
à Mulhouse (F)

acceptée sur proposition

du professeur Dr. E. Wintermantel, rapporteur  
du professeur Dr. M. Flemming, corapporteur



# Abstract

This work concerns the characterization of a regenerated cellulosic fiber (R02) and a feasibility study of the processing of a biodegradable composite based on the R02 and a thermoplastic matrix, Biopol.

Mechanical properties of the R02/epoxy based composite are discussed and compared with commercially available fibers like glass fibers and aramide fibers.

A powder impregnation machine was developed in order to perform the fiber impregnation with the Biopol powder. The prepreg was then heated to mold the matrix. Improvements of the fiber/matrix adhesion have been achieved due to UV-Excimer treatment of the fiber. The composite revealed specific mechanical properties comparable with low cost glass fibers based composites.

Burial test of the fiber and of the composite have shown, based on standard test (DIN 53933) and Scanning Electron Microscopy studies that the R02 fiber degraded.

A market study shows possible uses for the degradable composite. One of these applications, a cyclist helmet, has been studied in detail concerning its mechanical properties.

## 7. Résumé

Ce travail concerne la caractérisation d'une fibre de cellulose régénérée, le R02, ainsi que le développement d'un nouveau composite biodégradable à base de cette fibre de renfort et d'une matrice thermoplastique, le Biopol.

Les propriétés mécaniques d'un composite à base de R02 et de résine époxyde ont été déterminées dans un premier temps afin de pouvoir situer la fibre par rapport aux fibres disponibles commercialement telles que les fibres de verre, d'aramide ou de carbone. Ses propriétés mécaniques spécifiques sont de l'ordre de celles d'une fibre de verre de bas de gamme.

L'enfouissement du R02 en terre selon la norme DIN 53933 permet de considérer la fibre comme biodégradable de par son analyse au Microscope Électronique de balayage et de par la perte de ses propriétés mécaniques.

Une étude préliminaire est faite concernant le procédé de fabrication du composite ainsi que son comportement lors de sa dégradation en terre. Le composite a été fabriqué par enroulement et par imprégnation de la fibre par la matrice sous forme de poudre, avec une machine à imprégner développée à cet effet, pour être ensuite solidifié dans une presse chauffante. Ses propriétés mécaniques spécifiques sont également de l'ordre de celles d'une fibre de verre de bas de gamme. Sa dégradation en terre a été vérifiée de la même manière que pour la fibre seule.

En raison d'une étude de marché effectuée parallèlement au développement du composite, une application possible du composite biodégradable a pu être choisie, un casque de vélo. Une étude préliminaire a été effectuée quant à sa fabrication.

Ce travail a permis de montrer que la fabrication d'un composite biodégradable à base de R02 est possible. Une première approche sur la recherche des applications réalisables à base de ce composite a été faite, mais d'autres applications restent à être trouvées. La caractérisation et l'optimisation du composite quant à ses propriétés, reste à faire en fonction des applications envisagées. La biodégradabilité des éléments ainsi développés reste également à étudier plus en détail, en particulier en ce qui concerne les produits de dégradation.