

Optimisation multi-objectifs de propriétés d'un matériau par essaim particulaire : application aux composites à base de bois

A. NDIAYE^a, P. CASTÉRA^a, C. FERNANDEZ^a, F. MICHAUD^b

a. INRA, UMR927 Sciences du Bois et des Biopolymères, Université Bordeaux 1, INRA, CNRS, F-33405 Talence, France

b. Ecole Supérieure du Bois, Atlanpole - BP 10605, Rue Christian Pauc 44306 Nantes cedex 3

Résumé :

La conception par optimisation multi-objectifs implique l'optimisation de plusieurs objectifs contradictoires simultanément. Cette contradiction traduit le fait qu'il n'existe pas de solution optimale au regard des objectifs, mais des compromis optimaux. C'est la prise en compte de cette contradiction via la volonté de minimiser chacune des fonctions objectifs qui introduit la notion de compromis et de contraintes. Les contraintes, des spécifications du problème, limitent les espaces des paramètres et ceux des fonctions objectif. Un compromis sera dit optimal si toute amélioration d'un objectif induit la dégradation d'un autre objectif. Les compromis optimaux se situent sur un front dit de Pareto. La présence d'un front de Pareto, un ensemble de solutions optimales non équivalentes, permet de choisir une solution optimale par rapport à des critères économiques ou fonctionnels, qui sont externes au problème d'optimisation.

L'optimisation par essaim particulaire (OEP), est une technique évolutionnaire permettant de parcourir efficacement l'espace de solutions d'une fonction objectif et de trouver son minimum, et cela pour une grande diversité de fonctions objectifs : équations continues ou discrètes, règles de connaissances qualitatives et algorithmes. Ici nous utilisons l'OEP pour l'optimisation multi-objectifs d'un platelage en bois polymère. L'optimisation porte sur le fluage et la résistance à l'eau du platelage et sur un indicateur d'épuisement des ressources abiotiques. Les variables de conception sont principalement des variables de production des matières premières, d'incorporation d'un biopolymère, de contrôle de la granulométrie du bois ou de sa modification chimique ou thermique. Les fonctions objectifs sont des équations et un algorithme intégrant des données discrètes. Des produits, issus des solutions Pareto-optimales inédites par remplacement du plastique de synthèse par un dérivé de l'amidon de maïs, ont été fabriqués par le partenaire industriel. Les tests mécaniques sont en cours.

Abstract :

The design by multi-objectives optimization implies the optimization of several contradictory objectives simultaneously. In fact there is no optimal solution in terms of one objective, but the will to simultaneously minimize all the objective to reach an optimal compromise. Moreover these functions and their variables have constraints specific to the problem such as bound variables and the definition domains of variables. Optimum is reached if any improvement of one objective induces the degradation of one other. Such optimum is located on a front called Pareto front. The Pareto front, a set of optimal solutions that are not equivalent, allows us to choose an optimal solution with criteria external to optimization process (economic or functional). In this study, a multi-objective particle swarm optimization (a metaheuristic) algorithm has been used to optimize a wood plastic composite for decking application. This metaheuristic, based on evolutionary techniques, applies to a great diversity of functions objectives: continuous or discrete equations, qualitative knowledge rules and algorithms. The design variables are mainly variables of raw materials production, and the incorporation of a biopolymer, the control of wood particle sizes and chemical or thermal wood changes. The objective functions are equations and an algorithm integrating discrete data in the modelling of creep behaviour, water resistance and fossil resources depletion. New Pareto-optimal solutions by replacement of the plastic by a derivative of the corn starch were manufactured by the industrial partner and are currently under mechanical tests process.

Mots clefs : Optimisation par essaim particulaire, multi objectifs, matériau composite, éco-conception, propriétés mécaniques