

Validation d'un Modèle Simplifié d'Aube Pour Simuler l'Interaction Fluide-structure d'un Parc Entier d'Eoliennes

François Hemez

Laboratoire National de Los Alamos, Los Alamos, Nouveau Mexique

Résumé

Le ministère Américain de l'énergie stipule qu'au minimum 20% de l'électricité doit être produit par des sources renouvelables d'ici l'année 2030. Il faut s'attendre à ce que cet objectif ambitieux soit satisfait en grande partie grâce à l'énergie éolienne. Plusieurs codes de calcul sont en cours de développement afin de concevoir les aubes et autres structures des turbines, ainsi qu'optimiser la fiabilité et le rendement des parcs prévus dans le corridor central des Etats-Unis. Cependant, aucun code n'est capable à ce jour de prédire de façon crédible un parc entier d'éoliennes. Il faudrait, pour ce faire, pouvoir simuler la dynamique des fluides compressibles avec une description réaliste du relief et des conditions aux limites, implémenter le couplage fluide-structure des aubes, prédire l'évolution de l'endommagement structural, ainsi que réaliser ces calculs de façon massivement parallèle. Ce projet a pour objectif d'étudier la possibilité d'intégrer au logiciel WindBlade, en cours de développement à Los Alamos, un couplage entre l'aérodynamique, les vibrations, et l'endommagement des aubes. Le code WindBlade simule l'écoulement et la turbulence d'un parc entier d'éoliennes mais les aubes sont actuellement traitées comme des corps rigides. Afin de permettre un calcul rapide du couplage, le modèle de déformation d'une aube doit être simplifié tout en restant capable de prédire les modes basses fréquences de vibrations avec une précision suffisante. La géométrie et les conditions limites d'une aube CX-100 de 9 mètres de long sont simplifiées, et les propriétés des matériaux composites sont homogénéisées afin de créer un modèle "réduit" avec le logiciel d'éléments finis Ansys. Ce modèle simplifié fait ensuite l'objet d'une étude de Vérification et Validation (V&V). L'étude inclue la vérification de l'élément de coque 281 d'Ansys, plusieurs raffinements de maillage, des plans d'expériences numériques, des analyses modales expérimentales, et le développement d'émulateurs statistiques pour propager les incertitudes, calibrer les paramètres du modèle, et améliorer la corrélation calculs-essais. La conclusion de l'étude de V&V est que la modélisation proposée afin de prédire les vibrations de l'aube semble raisonnable, tout en restant capable d'intégrer le modèle simplifié au sein du solveur fluide.