

## Résumé

Dans le cadre de la maintenance conditionnelle, l'analyse vibratoire temporelle repose sur 50 ans d'expérience et jouit, de fait, d'une représentativité importante dans le secteur éolien. Cette analyse, appliquée sous des conditions de fonctionnement non stationnaires, fait néanmoins preuve d'un manque de précision dans la détection de défauts mécaniques. Afin de synchroniser l'échantillonnage avec les défauts des éléments tournants de la ligne d'arbre, il est alors nécessaire de s'appuyer sur une discrétisation angulaire du vecteur d'information. L'objet de cette étude est le développement d'un outil de surveillance disposant de cette qualité et s'appuyant sur les variations que présente la vitesse instantanée de la machine tournante pour évaluer l'état des éléments tournants. La vitesse angulaire instantanée, associée à l'analyse spectrale, est assujettie à des perturbations dont les origines sont identifiées et les influences quantifiées. Ainsi, il est envisageable de dimensionner un système de mesure en fonction des caractéristiques de la chaîne cinématique sous surveillance. Ce document propose également plusieurs outils de traitement originaux qui permettent, sous des conditions de fonctionnement non stationnaires, d'améliorer suffisamment l'observation pour que l'utilisation d'un seul capteur soit envisageable pour assurer la surveillance de la ligne d'arbre dans sa totalité. Ces outils mettent en exergue la dualité temporelle angulaire de la surveillance de machines tournantes et tirent parti des conditions de fonctionnement non stationnaires par la connaissance de la vitesse instantanée. Les procédés d'acquisition combinés aux outils de traitement sont mis à l'épreuve sur plusieurs banc d'essais. Sensible au degrés de désalignement, au type de défaut d'engrènement et à la gravité d'un écaillage, la vitesse angulaire instantanée est dorénavant une alternative confirmée à la surveillance vibratoire, même angulaire. Une vaste campagne de mesures a été lancée en parallèle et en continu sur une éolienne dans l'objectif ambitieux de mettre en place un procédé de pronostic. Les diverses conditions de fonctionnement sont prises en compte par une approche statistique permettant d'utiliser avantageusement leurs influences sur les mesures qui en sont issues. Ces travaux constituent une première étape dans la réalisation d'un modèle de surveillance multi-niveau adapté aux machines à fonctionnement variable dont les éoliennes sont un parfait exemple de complexité.

- **Titre traduit**

Angular monitoring of a wind turbine shaft line under non stationary conditions

- 

## Résumé

The overall background for the thesis is the need to develop new methods for monitoring machines subject to nonstationary operating conditions of speed and load, as typified by wind turbines. This has become particularly important because of the increasing prevalence of wind turbines for the sustainable supply of electrical power. Because of the cost of installing and maintaining wind turbines, often situated in remote areas and increasingly used off-shore, it has become imperative to use the most up-to-date monitoring methods to avoid unforeseen failure. For the same reason there has been a tendency to increase the size of individual units, but this gives problems for the transmissions used to convert the low speed input at a fraction of a Hz to the speed of conventional generators in the range 16-30 Hz or so. The power delivered by a turbine is proportional to the square of its diameter, but the input torque is proportional to the cube, and a large part of the cost of the gearbox is related to the torque. Anecdotally, this appears to have resulted in a situation where many transmissions are failing in a shorter time than their design life, and this means not only that their design must be improved, but also that they must be monitored more closely than many other machines, to detect and diagnose incipient faults at the earliest possible stage. The thesis seeks to help to redress the situation by proposing a number of innovative methods to improve the detection and diagnosis of faults in machines with variable speed and load, and especially wind turbine transmissions, not only to make the monitoring more efficient, but also more economical.