

## **Etude du processus de conception et de réalisation des formes complexes par une approche surfacique. Application à l'usinage 5 axes d'aubes.**

**Etablissement d'accueil :** *ENS de Cachan - Ecole Doctorale : Sciences Pratiques*

**Laboratoire d'accueil :** *LURPA –ENS de Cachan*

**Directeur de thèse :** *Claire LARTIGUE, PR, IUT de Cachan*

---

Le processus de conception des aubes de machines tournantes (pompe, compresseur, propulseur ou turbine) jusqu'à présent séquentiel et itératif évolue depuis quelques années afin d'intégrer au plus tôt des contraintes autres que des critères de performances hydrodynamiques [1][2]. En effet, la définition de la géométrie des formes sur la base de simulations d'écoulement et les spécifications géométriques associées sont bien souvent des facteurs limitants pour la modélisation CAO des formes, mais également pour l'étape de fabrication. Les simulations restituent des ensembles de points, définis par section, auxquels sont associées des courbes, elles-mêmes modélisées par des surfaces. Le modèle qui en résulte est un ensemble de surfaces, tributaire du modèleur géométrique utilisé, dont la description est souvent complexe, difficilement manipulable (pour l'échange de modèles ou encore la déformation de formes) et rarement usinable facilement.

De nouvelles méthodes de réalisation d'aubes s'appuient sur une définition surfacique paramétrée du modèle géométrique, l'objectif étant la définition d'un modèle surfacique générique pour tout type d'aube intégrant en autres les contraintes de fabrication. Le modèle surfacique ainsi généré présente de nombreux avantages : modèle continu, visualisation rapide, transfert vers des outils de CAO et FAO simplifié, .... Un tel modèle s'intègre facilement dans un processus d'optimisation de formes.

Le LURPA s'intéresse depuis de nombreuses années au processus de réalisation des pièces de formes complexes en Usinage Grande Vitesse. L'usinage à 5 axes UGV génère des difficultés en génération de trajectoires telles que la gestion des collisions, l'inversion de coordonnées pour les axes rotatifs, la prise en compte des vitesses maximum des axes de translations et surtout de rotations, etc. [3]. Des travaux antérieurs nous ont conduit à définir un modèle de trajectoire sous forme surfacique, apportant une réponse satisfaisante à l'usinage en flanc d'outil de formes telles les aubes de turbine [4]. Ce modèle a été élaboré afin d'intégrer les contraintes issues de la fabrication [5]

L'objectif du travail doctoral proposé est l'étude du processus de conception et de réalisation d'aubes décrite sous forme surfacique, afin de pouvoir, à long terme, rationaliser leur fabrication par usinage à 5 axes en grande vitesse. L'utilisation d'un modèle surfacique paramétré devrait

faciliter l'intégration des contraintes de fabrication dès la conception des aubes de turbine. Il serait alors possible d'usiner dans les meilleures conditions un produit dont les performances répondent au cahier des charges.

Le travail pourrait se décomposer selon les étapes suivantes :

- Analyse du processus de conception des aubes par méthode surfacique
- Intégration des contraintes d'usinage dans le modèle surfacique à partir d'études de cas d'usinage multi-axes en finition,
- Identification des gains possibles en terme de qualité et de productivité par l'utilisation de l'UGV et de stratégies particulières (isocrêtes en fraisage en bout, flanc d'outil, .....

Cette étude sera faite en collaboration avec des laboratoires d'essais afin d'évaluer les performances hydrodynamiques des aubes aînées réalisées.

### **Références**

- [1] Ferrando L., Kueny J-L., Avellan F., Pedretti C., Tomas L., Surface Parameterization of a Francis Runner Turbine for Optimum Design, *22<sup>nd</sup> IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems*, Stockholm( Sweden), June 29-July 2, 2004
- [2] Brient A., Etude de l'influence du processus de fabrication sur les performances des propulseurs marins : approche multimétiers de l'usinage d'hélices, *Thèse de doctorat Ecole Centrale de Nantes-Université de Nantes*, 7 juillet 2004
- [3] Affouard A., Intégration du comportement cinématique des machines-outils lors du calcul des trajectoires d'usinage : Résolution du problème de singularité en usinage à 5 axes, *Doctorat de l'ENS de Cachan*, 15 juin 2004
- [4] Lartigue C., Duc E., Affouard A., Tool path deformation in 5-axis machining using a surface modelling, *Computer-Aided Design*, vol. 35, pp. 375-382, 2003
- [5] Tournier C., Contribution à la conception des formes complexes : la surface d'usinage en fraisage 5 axes isocrêtes, *Doctorat de l'ENS de Cachan*, 12 décembre 2001

Professeur Claire LARTIGUE