



Offre de thèse synthétique :

Développement de l'usinage robotisé en vue de la transformation des industries du bois : application aux opérations de parachèvement

Contexte

Lors de la fabrication de produits dont le matériau est fortement anisotrope et hétérogène tel que le bois, il est complexe d'obtenir des états de surfaces satisfaisants en tous points. Ces derniers sont entre autres particulièrement sensibles à la direction du fil du bois usiné qui varie le long de la trajectoire de coupe. Il est donc nécessaire de parachever les pièces (reprise d'usinage, ponçage, etc ...). Ce parachèvement étant long, coûteux, et néfaste pour l'opérateur, son optimisation et par la suite son automatisation sont des enjeux majeurs pour l'industrie du bois.



Objectifs

Ce projet vise à exploiter les atouts de la robotique et à développer une méthode dédiée permettant de réaliser automatiquement des opérations de parachèvement optimisés sur la base de cartographies d'états de surface obtenus lors d'opérations préalables d'usinage. Un dispositif expérimental sera donc développé, sous la forme d'un démonstrateur, pour valider la technologie en laboratoire dans le contexte d'usinages plans.

Un descriptif plus détaillé du projet est disponible dans les pages suivantes.

Profil

De formation Bac+5 (Master Universitaire ou école d'ingénieur), le(la) candidat(e) devra disposer de compétences pratiques en usinage, en FAO et en robotique. La maîtrise d'un langage de programmation et/ou de traitement de données est importante (Python ; Matlab ; etc ...). Une connaissance des matériaux anisotropes tels que le bois ou les composites sera également un atout.

Informations Pratiques

- Le(la) doctorant(e) sera basé(e) sur l'IUT de Tarbes, rattaché(e) à l'Institut Clément Ader.
- Début de la thèse : Rentrée universitaire 2022 ; durée : 3 ans
- Le salaire net mensuel sera d'environ 1620 € (1975 € brut)
- Possibilités d'enseignement à raison de 64 h/an (environ 180 € net / mois)
- Contacts : Florent Eyma (directeur de thèse – florent.eyma@iut-tarbes.fr)
Rémi Curti (encadrant – remi.curti@iut-tarbes.fr)

Candidatures

Pour candidater : Envoyer un CV détaillé, une lettre de motivation et les relevés de notes de bac+4 et bac+5 à remi.curti@iut-tarbes.fr avant le dimanche 05 juin.



Présentation détaillée du projet de thèse

Contexte et état de l'art

La « quatrième révolution industrielle » cherche à rendre « intelligents » les systèmes de fabrication grâce à l'apport de nouveaux outils numériques pour traiter les données recueillies par ces systèmes afin d'adapter leurs paramètres en temps réel [1]. Pour permettre à ses entreprises de rester compétitives dans ce nouveau paradigme, la région Occitanie supporte la « transformation/bascule digitale » des TPE, PME et ETI en appuyant l'« intégration du numérique et des technologies de production avancées » [2]. Concernant l'industrie 4.0, le constat lors des échanges avec le tissu industriel est pour l'instant mitigé dans les filières manufacturières et, entre autres, chez les usineurs. Les bases de données s'accumulent dans les serveurs pour former des « Big Data » mais sont actuellement peu traitées pour boucler la démarche d'usinage « intelligent ».

La filière bois, quant à elle, n'a pas encore marqué cette transition vers l'industrie du futur, mais pourra bénéficier des démarches de la région pour aller en ce sens. Elle fait en sus l'objet d'un plan national recherche & innovation 2025 qui soutient le déploiement des « outils numériques dans la filière bois et ameublement » [3], tandis que le rapport Cattelot commandé par l'Assemblée Nationale recommande de « soutenir l'innovation et favoriser l'investissement des scieries et des industries de la transformation » du bois dans le but de les moderniser [4]. Cette volonté a été réaffirmée dans le plan d'investissement France 2030, dont une enveloppe est prévue pour la filière industrielle bois et pour la robotisation. C'est donc pour valoriser au maximum cette dynamique de transition, pour cette filière évoluant au sein de la 2^{de} région forestière de France, que nous souhaitons apporter l'effort de recherche local.

Lors de la mise en forme de produits dont le matériau est fortement anisotrope et hétérogène tel que le bois, il est aujourd'hui complexe d'obtenir des états de surfaces (Figure 1) satisfaisants en tous points, ces derniers étant entre autres particulièrement sensibles à la direction du fil du bois usiné [5 - 8]. L'utilisation de la robotique dans l'usinage du bois permettra de répondre à ces problématiques peu traitées à ce jour.

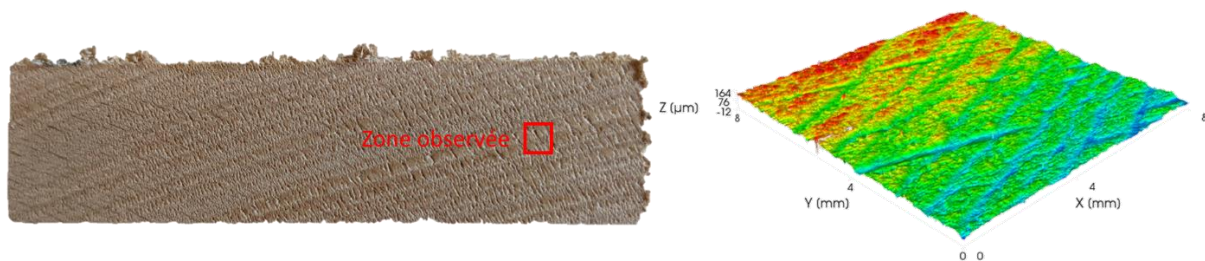


Figure 1: Cartographie d'une portion de surface de bois de hêtre usiné (topographie)

Afin de pouvoir optimiser et automatiser les opérations de parachèvement, il faut au préalable être en mesure de détecter les zones défectueuses. La méthode consistant à déterminer ces zones en cours d'usinage par des méthodes de suivi indirect en ligne telles que la mesure des efforts de coupe est la plus prometteuse pour lever ce verrou. Des travaux de recherches sont donc menés par l'équipe proposante afin de répondre à ce besoin. Une méthode basée sur l'apprentissage d'une IA spécialisée s'est avérée efficace pour estimer les états de surface obtenus suite au contournage d'échantillons de hêtre avec différentes orientations du fil du bois et conditions de coupe.

Une fois les zones à parachever clairement identifiées, il s'agit alors d'apporter une réponse localisée adaptée en fonction des états de surface recherchés.

Objectifs

L'objectif principal de ces travaux sera donc de proposer une méthode visant à générer automatiquement des programmes de parachèvement optimisés sur la base de cartographies d'états de surface obtenus lors des opérations préalables d'usinage (Figure 2).

Pour cela, nous tirerons partie de l'usage des outils robotiques, pour lesquels la région soutient actuellement l'investissement par les PME de la filière bois. La polyvalence des robots poly-articulés permettra en effet d'utiliser une même machine en changeant simplement d'effecteur. L'outil est également facilitateur car il permet de manipuler des programmes au langage similaire, et un même post-processeurs pour réaliser les opérations de fraisage et de parachèvement.

Un dispositif expérimental sera donc développé, sous la forme d'un démonstrateur (Figure 3), pour valider la technologie en laboratoire et passer du niveau de technologie actuel (TRL3) au supérieur (TRL4). Le dispositif permettra également de mener une campagne expérimentale visant à comparer cette approche aux approches traditionnelles, à savoir la réalisation des finitions manuelles ou automatisées mais non localisées. Les critères de comparaison seront entre autres, les états de surface obtenus et le temps de parachèvement nécessaires. Cette première étape, cœur du projet, sera réalisée sur des pièces types, courbes, pour balayer l'intégralité des directions du fil pouvant être rencontrées lors du fraisage du bois.

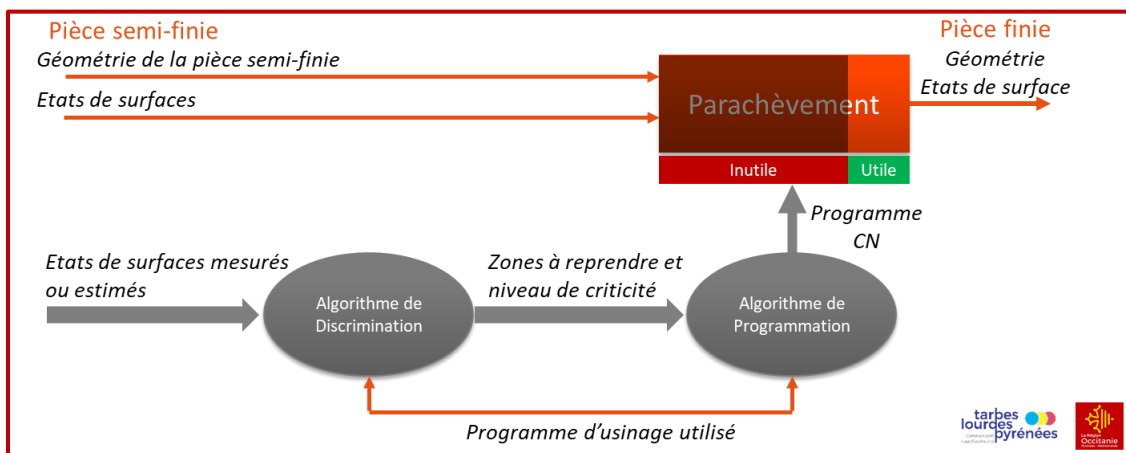


Figure 2 : Méthode développée

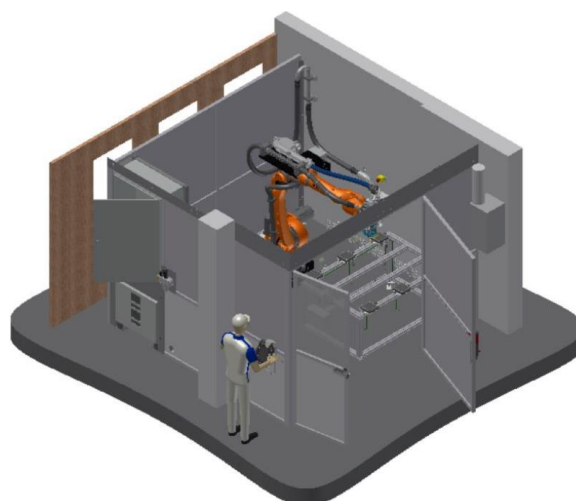


Figure 3 : Cellule en cours d'intégration utilisée en tant que base du démonstrateur

Dans un second temps, le dispositif sera généralisé afin de permettre de générer un programme de parachèvement optimisé pour n'importe quelle pièce issue de contournage. La finalité sera ainsi de permettre aux industries de la seconde transformation du bois de juger de la pertinence et du potentiel de cette technologie afin de développer des collaborations solides avec le tissu industriel régional pour monter conjointement par la suite à des niveaux de TRL plus élevés en travaillant en environnement représentatif puis opérationnel.

Bibliographie - références

- [1] Michael Rubmann, Markus Lorenz, Philipp Gerber, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel et Michael Harnish, « Industry 4.0—The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries », The Boston Consulting Group, 2015
- [2] Région Occitanie, « appel à projet parcours industrie du futur », disponible : https://www.laregion.fr/IMG/pdf/fiche_detaillee_-_parcours_industrie_du_futur.pdf
- [3] Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, « rapport complet du Plan recherche-innovation 2025 filière forêt-bois », disponible : https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/2016_rapport_filiere_foretbois_2025.pdf
- [4] Anne-Laure Cattelot, Députée du Nord, « La forêt et la filière bois à la croisée des chemins : l'arbre des possibles », rapport à l'Assemblée Nationale, 2020
- [5] Giacomo Goli et Jakub Sandak, « Proposal of a new method for the rapid assessment of wood machinability and cutting tool performance in peripheral milling », European Journal of Wood and Wood Products, 74(6), 867–874, 2016, <https://doi.org/10.1007/s00107-016-1053-y>
- [6] Giacomo Goli, Rémi Curti, Bertrand Marcon, Antonio Scippa, Gianni Campatelli, Rocco Furferi, Louis Denaud, « Specific Cutting Forces of Isotropic and Orthotropic Engineered Wood Products by Round Shape Machining », Materials 11:2575, 2018, <https://doi.org/10.3390/ma11122575>
- [7] Rémi Curti, Bertrand Marcon, Louis Denaud, Robert Collet, « Effect of grain direction on cutting forces and chip geometry during green beech wood machining », Bioresources, North Carolina State University, 13 (3), pp. 5491-5503, 2018
- [8] Rémi Curti, Bertrand Marcon, Louis Denaud, Marco Togni, Rocco Furferi, Giacomo Goli, « Generalized cutting force model for peripheral milling of wood, based on the effect of density, uncut chip cross section, grain orientation and tool helix angle », Eur. J. Wood Prod., 79, 667–678, 2021, <https://doi.org/10.1007/s00107-021-01667-5>